

# Die Localbahn von Unter-Drauburg nach Wolfsberg

und die

## Hauptbahn von Tarvis nach Pontafel.

Vortrag,

gehalten am 3. März 1880,

von

**Ludwig Huss,**

Unterbau-Referent und Inspector der k. k. Direction für Staats-Eisenbahnbauten.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 14—17.)

Gleichwie in den beiden letzten Jahrgängen dieser Zeitschrift, veröffentliche ich hiermit wieder Daten über neue Eisenbahnbauten der Staatsverwaltung, und wieder sind es nur kleine Gegenstände, die ich vorführen kann. Allein angesichts der Fortschritte, welche die Verstaatlichung der Eisenbahnen nun auch bei uns macht, und angesichts in Aussicht stehender grösserer Aufgaben gewinnen meine Auseinandersetzungen für Viele ein Interesse, auf das sie sonst wohl keinen Anspruch machen könnten; und ich rechne daher, hier jene Nachsicht wieder zu finden, welche meinem im Vereine gehaltenen Vortrage entgegengebracht wurde.

### Die Lavantthal-Bahn.

Die Linie Unter-Drauburg-Wolfsberg — die Lavantthal-Bahn — ist ein Zwillingsgeschwister zur normalspurigen Localbahn Kriegsdorf-Römerstadt, der Linie, die aus dem Jahrgange 1879 dieser Zeitschrift bekannt ist.

Die Linie gleicht der ersteren in ihren Grundzügen auf ein Haar.

Wir finden hier denselben Minimal-Krümmungshalbmesser ( $150^m$ ), dieselbe Kronenbreite des Unterbaues ( $4\cdot0^m$ ), dieselbe Maximal-Fahrgeschwindigkeit — oder wie jetzt die Lavantthaler sagen: „dieselbe Langsamkeit“ — von  $15^{km}$  per Stunde, und damit auch die damals beschriebenen Ausführungstypen.

Der vorliegende Artikel beschränkt sich deshalb auch auf eine Beschreibung der Trace, auf einige Besonderheiten der Ausführung und auf Kostenangaben; wobei letztere betreffend, allgemeine Resultate erlangt werden.

Die Lavantthal-Bahn zweigt in Unter-Drauburg von der Linie Marburg-Franzensfeste der Südbahn ab. Ihre Länge ist  $38\frac{1}{4}^{km}$ , davon liegen  $\frac{4}{10}^{km}$  in Steiermark, der Rest in Kärnten.

Der Bahnkörper liegt von Kilometer 0 bis 10, d. i. von Unter-Drauburg bis Lavamünd (im Drauthale) im Allgemeinen auf Diluvialschotter, auf einer kurzen Strecke bei Kilometer 7 aber in Thonschiefer. Von Lavamünd bis Wolfsberg (im Lavantthale) ruht derselbe auf einem tertiären Becken mit Kohlenablagerungen, und zwar zumeist auf diluvialen Lehm, Sand und Mergel.

Auf der ersteren Strecke war nur bei Kilometer 7 eine alte Rutschung zu überschreiten, während auf der letzteren, zwischen Lavamünd und St. Paul (Kilometer 10 bis 19), wo am Thalgehänge des linken Ufers grossartige — an Piski-Petrozseny erinnernde — Rutschungen vorhanden sind, das rechtsseitige Thalgehänge für die Bahnanlage zu wählen war, das verhältnissmässig harmlos ist.

Die Linie überschreitet gleich ausserhalb der Station Unter-Drauburg den Missbach mit einer  $40^m$ , kurz darauf aber den Draufuss mit einer im Lichten  $80^m$  weiten Brücke. Die Nivellete liegt bei der Missbrücke  $16^m$ , bei der Draubrücke  $20^m$  über dem Nieder-

wasser. Hierauf folgt ein  $250^m$  langer, bis  $14^m$  tiefer, voller Bahneinschnitt in Schotter und Conglomeraten mit  $50.000^{km}$  Inhalt, und sind im weiteren Verlaufe, während die Trace an der Draufuss hinzieht, an verschiedenen Stellen Stützmauern, Wandmauern und Uferschutzbauten in Stein zur Ausführung gelangt.

Bei Lavamünd tritt die Bahn in das Lavantthal ein, und hier zwingt die steile Schotterlehne wieder zur Anwendung von Mauern. Noch in der Nähe des Ortes übersetzt die Linie die Lavant mit einer schiefen Brücke von  $54^m$  Stützweite,  $12^m$  hoch über dem Niederwasser, und erreicht damit das rechte Lavantgehänge, das laut dem Gesagten aufzusuchen war.

Obwohl nun hier die Trace an vielen Stellen auf sich selbst tragende Steinkörper in das Flussbett gelegt ward, konnte doch nicht gänzlich vermieden werden, sich angebrochenen Lehnen zu nähern und Einschnitte auszuführen. Hierdurch sind in der Strecke bis Kilometer 15 immerhin noch ansehnliche Arbeiten vorgekommen, zur Verhinderung oder Bewältigung von Rutschungen.

Bei Kilometer 15 erweitert sich dann das Lavantthal und ändert sich der Charakter der Bahn: die Lehnenbahn wird zur Thalbahn.

Während auf der beschriebenen Strecke die Erdbewegung per Meter Bahn  $19^{kbm}$ , die Menge der Bauten aus Stein (Mauern, Sickerungen, Uferschutzbauten und Objecte)  $3\cdot7^{kbm}$  betrug, werden auf der folgenden Strecke nur mehr die Ziffern 8, beziehungsweise 0·5 erreicht. Der Grundbedarf aber ist in beiden Strecken nahezu gleich und beträgt  $23^{km}$  per Meter Bahn.

An nennenswerthen Bauwerken findet sich von hier bis Wolfsberg: bei Kollnitz (Kilometer 23) eine schiefe Brücke mit zwei Oeffnungen von je  $37^m$  Stützweite, womit die Bahn  $4\cdot6^m$  hoch über dem Niederwasser die Lavant übersetzt, um sich den Braunkohlen-Bergbauen von St. Stefan zu nähern; ferner aber vor Wolfsberg eine der ebengenannten ähnliche Lavantbrücke mit einer senkrechten Lichtweite von  $36^m$ , über welche die Bahn auf das rechte Ufer zurückkehrt, um die Endstation zu erreichen, welche so angelegt ist, dass eine Weiterführung der Bahn in das obere Lavantthal jederzeit leicht möglich wird.

Die Gegend ist im Drauthale und an der Lavant-Mündung schön; gegen Wolfsberg aber, wo das Thalbecken — wohl  $6^{km}$  breit — ein Obstgarten ist und die Thalgehänge bis zu ihren über  $2000^m$  hohen Häuptern übersehen werden können, geradezu bezaubernd; das Lavantthal wird ja bekanntlich auch das Paradies von Kärnten genannt!

Auf dieser Bahn gelangte der kleinste gestattete Krümmungshalbmesser ( $150^m$ ) fünfmal zur Anwendung. Die grösste Steigung ist in der Richtung gegen Wolfsberg  $11\cdot4\%$  in der Geraden, in den Bögen aber ermässigt; in der entgegengesetzten Richtung beträgt sie  $5\%$ .

Der Erdbau, die Wegbauten, Uferschutzbauten und die Wandmauern sind genau nach den Seite 106 — 116 des Jahrganges 1879 beschriebenen Typen behandelt worden. Der schon erwähnte Schottereinschnitt bei Unter-Drauburg war die grösste concentrirte Erdarbeit der Bahn. Von diesem Einschnitte waren  $40.000^{kbm}$  über die definitive Draubrücke in drei Monaten zu bewegen. Der Einschnitt wurde zu diesem Behufe vorher mit einem Stollen in Unterbauhöhe durchfahren und sodann „englisch“ mit Schuttlöchern betrieben.

An der Rutschpartie bei Kilometer 7 wurde der Fuss des Bahnkörpers in die Draufuss gelegt und durch eine kräftige Stein-

vorlage geschützt; damit war diese Schwierigkeit abgethan. Auf die übrigen vorgekommenen Rutschungen will ich vermeiden einzugehen und bemerke nur, dass die zur Bewältigung derselben ausgeführten Entlastungs- und Belastungsarbeiten circa 20.000, die Entwässerungsarbeiten aber 91.000 fl. gekostet haben, einschliesslich der Mehrkosten der Anlage bei Kilometer 7. Diese Kosten treffen fast ganz die ersten 15<sup>km</sup> Bahn.

Die Gesamtkosten der Erd- und Felsarbeiten betragen (exclusive der Station Unter-Drauburg) per Kilometer Bahn 7300 fl.

Die Strassen- und Wegbauten sind unbedeutend und kosten per Kilometer Bahn 360 fl. Dabei durchschneidet die Bahn zweimal Staatsstrassen und 95mal Gemeindestrassen und Wege im Niveau, ferner eine Bezirksstrasse und zwei Gemeindewege mittelst Unterfahrten. Ausserdem wurde die Staatsstrasse in einer Gesamtlänge von 1.6<sup>km</sup> verlegt und wurden alle Stationsvorplätze chaussirt und beschottert.

An Fluss- und Uferschutzbauten wurden für Flechtwerke, Faschinenbauten und Pflanzungen 28.000 fl., für Steinwürfe, Steinsätze, Pflasterungen und Trockenmauern 169.000 fl.; im Ganzen per Kilometer Bahn (wieder exclusive der Station Unter-Drauburg) 5000 fl. ausgegeben. An Stütz- und Wandmauern sind um 5100 fl. Trockenmauern und um 43.000 fl. Mörtelmauern ausgeführt; die Gesamtkosten belaufen sich daher auf 1200 fl. per Kilometer Bahn.

Die Ausführung der Durchlässe, Brücken und Brückenträger wird durch den wiederholt erwähnten Vortrag über die Linie Kriegsdorf-Römerstadt charakterisirt. Insoferne diese Brücken „oben“ liegende Fahrbahn haben, wird erwähnt, dass die Auflager-Breite derselben nach Professor Winkler bestimmt wurde, d. i. für einen Winddruck von 250<sup>kg</sup> per Quadratmeter der Fläche der unbelasteten, und von 150<sup>kg</sup> per Quadratmeter der belasteten Brücke nebst einem entsprechenden Sicherheitszuschlag.

Ich bemerke zu diesen Annahmen, dass der grösste Winddruck, welchen die meteorologische Reichsanstalt auf der Hohen Warte seit 1873 beobachtete, 151<sup>1/2</sup><sup>kg</sup> per Quadratmeter war. Professor Schön hat aber am Karst 185<sup>kg</sup> beobachtet bei einer Bora, welche noch nicht zu den allerheftigsten gehörte, und an der französischen Mittelmeerküste wurde in einem Falle aus umgeworfenen Eisenbahnwagen ein Winddruck von im Maximum 254<sup>kg</sup> per Quadratmeter berechnet. In Liverpool endlich wurde einmal sogar ein Winddruck von 391<sup>kg</sup> constatirt, welcher der grösste uns bekannt gewordene Winddruck ist \*).

Wir haben es hier natürlich fast ausschliesslich nur mit Winddrücken zu thun, wie sie ungefähr in Wien auftreten; die schlanken Formen der Brückenträger, Blatt Nr. 14, sind daher berechtigt.

Bei den Brücken der Linie Unter-Drauburg-Wolfsberg ist neu die Anwendung von Mauerwerk aus unregelmässigen Bruchsteinen zu schlanken Pfeilern und zu Gewölben mit bis einschliesslich 12.0<sup>m</sup> Spannweite, wie sie Blatt Nr. 14 veranschaulicht.

Die Steine liegen im Innern dieses Mauerwerkes meist ohne jede Bearbeitung satt in hydraulischem Mörtel; grössere Fugenräume sind ausgezwickt. Aussen sind die Steine nur mit dem Schlägel bearbeitet und cyclopisch zusammengefügt, wobei fehlende Ecken durch Schiefer ersetzt sind, welche sich nach innen verbreitern, daher nicht herausfallen können. Kanten werden hier aus im

\*) Der Verfasser verdankt diese Daten über den Winddruck einer Mittheilung der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien vom Jänner 1880.

Rauhen lagerhaften Steinen gebildet, ausnahmsweise aber auch aus Quaderstücken; die grösseren Gewölbe haben Quader-Stirnkränze und Quader-Schlusssteine erhalten. Die grossartigen Erfolge, welche mit derartigem billigen Mauerwerk in Frankreich erzielt wurden, waren Anlass, das sonst so beliebte Schichtenmauerwerk nun auszuschliessen, ein Mauerwerk, dessen Anwendung auf unsere hauptsächlichsten Bausteine (Granit, Gneis, Thonschiefer, Alpengkalk, viele Conglomerate etc.) meist erzwungen war und oft zur Verwendung geringwerthiger, leicht bearbeitbarer Steine führte, bei Verdrängung weit tüchtigerer Materialien. Häufig wurden hierdurch aber auch ganz unnöthige Auslagen hervorgerufen. Ich erinnere hier nur an die Strecke Ofen-Stuhlweissenburg und insbesondere an die schön in gleich hohen Schichten ausgeführten Futtermauern in der Nähe des Tunnels in Ofen, aus der ersten Etzel'schen Zeit.

Damit will ich aber nicht in Zweifel ziehen, dass solches Mauerwerk für den Keupersandstein und Bruchsandstein, auf dem es basirte, besonders bei grossem Druck auch heute noch sehr passend ist.

Die Tabelle I gibt über die Anzahl, die durchschnittlichen Massen und Kosten der kleinen, die Tabelle II desgleichen über die der grossen Brücken Aufschluss. Die kleinen Brücken kosten per Kilometer Bahn 2800 fl.

Die Fundirung der Missbrücke und der Draubücke geschah auf Fels (Chloritschiefer), die der anderen Brücken zum Theil auf Felsen, zum Theil auf Beton zwischen Spundwänden. Hierbei sind Schwierigkeiten nur beim linken Pfeiler der Hauptöffnung der Draubücke vorgekommen, und auch diese nur aus Anlass der ungewöhnlich ungünstigen Wasserstände gegen Ende des Jahres 1878. Diese hatten zur Folge, dass das Beton-Fundament hier erst gegen November eingebracht war.

Der Pfeiler musste aber bis Ende Jänner 1879 fertig gemauert werden, weil die Montirung der Tragconstruction nur im Februar, März und Anfangs April gefahrlos vorgenommen werden konnte, indem die Pfeiler der Montirungsbrücke zum grossen Theil auf blossliegenden Felsen zu stellen waren, somit nur mit unverhältnissmässigem Zeit- und Kostenaufwand hätten so befestigt werden können, dass sie einem Hochwasser widerstehen. Der Pfeiler wurde deshalb mit einer heizbaren Hütte umbaut und in der Zeit vom 7. bis 28. Jänner — bei ununterbrochener Arbeit — bis über die Unterlagsquader der Eisenconstruction aufgemauert. Sodann begann die Montirung des Ueberbaues und dauerte bis 20. April; am 26. April endlich wurde der Erdtransport über die Brücke eröffnet, dessen ich schon gedacht habe. Die Kosten der Hütte und ihrer Beheizung waren circa 2300 fl., die des Montirungsgerüsts 9000 fl. unter Berücksichtigung des Werthes der Abbruchmaterialien. Von Interesse ist noch bei dieser Draubücke, dass das Land Kärnten die Mitbenützung der Brücken-Fahrbahn für den Strassenverkehr angestrebt und dass diese seitens der k. k. Staatsverwaltung auch zugestanden worden war. Allein die Sache kam nicht zu Stande, weil nur Kärnten sich zur Uebernahme der Hälfte der Mehrkosten bekannte, während das gleichinteressirte Land Steiermark die zweite Hälfte zu übernehmen ablehnte. Die betreffenden einmaligen Mehrkosten der Anlage (einschliesslich der erforderlichen Auffahrtsrampen) betragen circa 11,300 fl.; die Mehrkosten der Erhaltung und Bewachung circa 1250 fl. per Jahr. Bei einigem guten Willen, sollte man meinen,

**Tabelle I.**  
**Kleine Brücken.**

Anzahl	Lichtweite	Durchschnittlich entfallen auf ein Object										Kosten	
		mittlere Lichthöhe	mittlere Länge	Erd- und Fundament- aushub	Trocken- Mauerwerk	Mörtel- Mauerwerk	Quader- Mauerwerk	Pflasterungen	Piloten, Brückenhölzer und Bedielung	Schmied- eisen	Gusseisen	per Stück	per Meter Länge
		Meter	Meter	Kubikmeter	Kubikmeter	Kubikmeter	Kubikmeter	Quadrat- meter	Kubik- meter	Kilogramm	Kilogramm		
Stück													
Objecte in den seitlichen Anlagen.													
19	2.9	—	4.80	—	—	—	—	—	4.0	18	—	100	21
22	0.4	0.50	4.75	7	—	6.4	0.61	—	—	—	—	74	16
4	0.5	0.52	6.70	17	—	8.3	1.09	—	—	—	—	114	17
1	0.6	0.64	6.31	18	—	12.8	1.19	2.6	—	—	—	158	25
1	1.0	0.87	4.81	23	—	16.7	1.85	5.0	—	—	—	199	41
1	2.0	1.60	7.60	100	—	52.5	—	15.0	—	—	—	706	93
Gedeckte und gewölbte Objecte in der Bahn.													
20	0.6	0.93	5.43	23	5.1	21.5	1.24	3.2	—	—	—	244	45
31	1.0	1.12	6.44	28	0.5	34.1	2.50	7.1	—	—	—	424	66
7	1.5	1.58	6.60	49	1.6	88.6	—	10.4	—	—	—	742	113
2	2.0	2.18	6.30	68	—	90.8	—	14.0	—	—	—	749	119
1	5.0	4.15	18.37	240	—	772.7	10.90	—	—	—	—	6404	349
1	12.0	8.00	4.30	203	92.5	552.2	73.80	—	—	—	—	8775	2040
Offene Objecte in der Bahn.													
5	0.4	0.53	4.60	7	—	7.9	0.84	1.4	0.31	—	—	107	—
20	0.6	1.21	4.23	19	—	23.9	0.78	2.7	0.31	—	—	238	—
18	1.0	1.15	4.30	21	—	21.2	0.75	3.9	0.91	—	—	272	—
9	1.5	1.51	4.30	37	—	39.8	0.80	6.5	1.23	—	—	582	—
15	2.0	1.80	4.30	39	1.0	48.0	0.95	8.0	1.33	559	129	832	—
4	3.0	2.48	4.30	42	6.0	56.8	0.88	10.0	1.80	974	131	910	—
1	4.62	4.02	4.97	72	31.0	163.0	2.10	—	2.27	2692	245	2094	—
2	5.0	2.20	4.30	42	—	61.8	0.88	11.5	2.91	1809	150	1349	—
1	6.0	1.57	4.30	30	—	40.0	1.50	70.0	2.31	3583	150	1736	—
1	7.56	—	5.40	52	47.0	201.0	2.80	—	3.45	5274	168	2991	—
3	8.00	3.00	4.92	80	18.3	87.3	1.50	—	3.65	6093	168	3216	—
1	9.82	1.99	5.90	40	9.0	62.0	3.80	—	4.06	9826	187	3341	—
2	10.00	3.38	5.10	84	—	120.3	3.25	21.7	3.81	9331	186	3771	—

**Tabelle II.**  
**Grosse Brücken (20<sup>m</sup> Lichtweite und darüber).**

Gegenstand	Brücke über den Miss-Bach	Brücke über den Dran-Fluss	Brücke über den Lavant-Fluss bei Lavamünd	Brücke über den Lavant-Fluss bei Kollnitz	Brücke über den Lavant-Fluss bei Wolfberg	Gegenstand	Brücke über den Miss-Bach	Brücke über den Dran-Fluss	Brücke über den Lavant-Fluss bei Lavamünd	Brücke über den Lavant-Fluss bei Kollnitz	Brücke über den Lavant-Fluss bei Wolfberg
Lichtweite, senkrecht in Meter	1×7.0 1×40.0 1×7.0	2×7.0 1×80.0 4×7.0	2×5.0 1×52.5 2×5.0	2×22.5	36.0	Brückenhölzer und Bedielung aus Lärchenholz in Kubik- metern	18.5	42.0	26.5	33.5	16.5
Stützweite in Metern	1×7.0 1×41.2 1×7.0	2×7.0 1×82.0 4×7.0	2×5.0 1×54.0 2×5.0	2×37.1	37.1	Schraubeneisen im Unterbau in Kilogramm	—	89	—	1021	888
Lage zur Bahnaxe, Winkel	90°	90°	90°	40°	90°	Tragconstruction sammt Auf- lagervorrichtung in Kilogr.	55.816	220.054	92.532	86.284	42.440
Erd- und Fundamentaushub in Kubikmetern	239	206	352	950	170	Geländer in Kilogramm	2.269	5.100	2.593	416	289
Steinwurf, Steinsatz, Trocken- mauerwerk in Kubikmetern	190	1160	70	70	64	Pauschale für Trockenhaltung und Versicherung der Bau- gruben in Gulden	1.500	3.500	1.800	1.750	500
Béton in Kubikmetern	53	117	—	140	—	Entschädigung f. Hochwasser- schäden in Gulden	—	6.910	—	—	—
Fundamentmauerwerk u. Ge- wölbnachmauerung in Ku- bikmetern	116	181	237	36	31	Kosten des Unterbaues in Gulden	9.170	31.784	7.767	12.591	4.382
Häuptiges Bruchsteinmauer- werk in Kubikmetern	536	1370	400	250	45	Kosten d. eisernen Ueberbaues und der Geländer in Gulden	13.288	52.367	21.841	20.060	9.888
Quader- und Hasteinmauer- werk in Kubikmetern	73	326	46	60	7	Kosten des Belages in Gulden	786	1.854	1.002	1.317	535
Gewölbnachmauerung in Ku- bikmetern	49	171	54	—	—	Gesamtkosten in Gulden	24.744	96.415	32.410	35.718	15.305
Gewölbnachdeckung in Quadrm.	45	130	56	—	—	Dem Probezug gleichwerthige, gleichmässig vertheilte Last per Meter in Kilogramm	3972	3520	3900	3700	3700
Spundwände aus weichem Holz etc. in Kubikmetern	—	10	—	30	17	Verhältniss der elastischen Einsenkung zur Stützweite	1212	1907	1350	2319	2319

hätten diese Beträge leicht aufgebracht werden können, denn die Holzbrücke und die Fähre bei Unter-Drauburg gaben bisher ein Brutto-Erträgniss von 3000 fl.; deren Auffassung und die Einhebung einer Mauth auf der neuen Brücke unterlag aber keinem Anstande. Allein die Sache unterblieb eben, und so ist nun, während die Eisenbahnbrücke täglich höchstens von 6 Zügen befahren, also höchstens durch 3 Stunden für Bahnzwecke benützt wird, der Strassenverkehr nach wie vor auf schlechte Holzbrücken und einige Ueberfuhren angewiesen, so dass im Winter oft wochenlang der Verkehr auf einer Fluss-Strecke von weit über 100<sup>km</sup> Bahnlänge allein auf die Marburger Brücke beschränkt ist. Zustände, wie sie uns hier entgegentreten, müssen uns geradezu verblüffen und beschämen.

Noch erwähne ich, dass die Brücken-Constructionen der Linie Unter-Drauburg-Wolfsberg durch die Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft gegen Pauschalsummen ausgeführt wurden, nach welchen für das Schmiedeisen der Blechbrücken der Preis von 22 fl. 50 kr., für das der Fachwerkbrücken 23 fl. 50 kr., für das Gusseisen aller Brücken 14 fl. per 100<sup>kg</sup> Brücken-Construction resultirt, was einem Durchschnittspreise von 22 fl. 97 kr. entspricht. In diesen Preisen ist der Anstrich und das Montirungsgerüst inbegriffen.

Die Blätter Nr. 14 und 15 zeigen Details von Trag-Constructionen, darunter auch einen Schwedler-Träger. Die Gesamtkosten der grossen Brücken sind 5340 fl. per Kilometer Bahn.

Die weiteren baulichen Anlagen finden durch den Artikel über die Linie Kriegsdorf-Römerstadt, ferner aber durch eine, Seite 167, 82 und 11 des Jahrganges 1879 unserer Monatschrift enthaltene Beschreibung des Oberbaues, der Locomotiven und Personenwagen ihre Erledigung. Der Umfang der Geleise-Anlagen und der Hochbauten der Lavantthal-Bahn wird durch die Tabelle III veranschaulicht. Zu dieser Tabelle ist zu bemerken, dass zur Hebung des Wassers für den Betrieb in St. Paul und Wolfsberg Pulsometer aufgestellt sind, welche mit dem Dampfe der Locomotiven arbeiten. Der currente Oberbau sammt Schotter kostet per Meter 8 fl. 90 kr.

An Fahrbetriebsmitteln sind drei Tender-Locomotiven, acht Personenwagen II./III. Classe und drei Stück combinirte Post- und Conductor-Wagen beigelegt; die Lastwagen stellt die k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft bei, welche den Betrieb der Bahn führt. Der bezügliche Vertrag ist in Nr. 110 des „Centralblatt“, Jahrgang 1879, veröffentlicht.

Der Bau der Lavantthal-Bahn wurde im Juli 1878 in Angriff genommen, deren Betriebseröffnung erfolgte am 4. October 1879.

**Tabelle III.**  
Stations - Anlagen.

Gegenstand	Station Unter-Drauburg		Station Lavamünd		Haltestelle Ettendorf		Station St. Paul		Station St. Andrä		Station St. Stefan		Station Wolfsberg	
	Fläche	Kosten	Fläche	Kosten	Fläche	Kosten	Fläche	Kosten	Fläche	Kosten	Fläche	Kosten	Fläche	Kosten
	Quadratm.	fl.	Quadratm.	fl.	Quadratm.	fl.	Quadratm.	fl.	Quadratm.	fl.	Quadratm.	fl.	Quadratm.	fl.
Entfernung von Mitte zu Mitte der Aufnahmsgebäude in Kilometern .....	9.3		3.7		8.8		6.8		5.1		4.3			
Anzahl der Nebengeleise .....	7		1		1		3		1		1		5	
Gesamtlänge derselben in Metern ....	2487		273		150		670		379		379		1430	
Aufnahmsgebäude und Güterschuppen-Adaptirung .....	201	5.780	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Aufnahmsgebäude, ein Stock hoch .....	—	—	114	9.075	—	—	114	9.254	114	9.028	114	8.391	252	21.887
Veranda .....	—	—	30	462	—	—	30	494	30	496	30	458	62	1.233
Wächterhaus mit Warteraum, ebenerdig .....	—	—	—	—	84	4.534	—	—	—	—	—	—	—	—
Einfaches Wächterhaus .....	—	—	39	1.326	—	—	39	1.303	—	—	—	—	62	1.899
Nebengebäude beim Wächterhaus .....	—	—	3	140	3	167	3	133	—	—	—	—	3	132
Wächterhaus-Anbau, ein Stock hoch ..	69	730	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hausbrunnen .....	—	—	—	380	—	169	—	380	—	380	—	380	—	380
Passagier-Abort .....	—	—	6	430	—	—	6	429	6	426	6	428	8	757
Güterschuppen .....	192	4.880	40	820	—	—	40	844	40	870	40	817	96	2.976
Verladerampe, gemauert .....	—	1.730	—	671	—	280	—	845	—	859	—	386	—	874
Equipagenrampe, gemauert .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	429
Locomotiv-Remise für vier Maschinen ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	241	6.332
Wasserstation .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	1.312
Wasserstationsbrunnen .....	—	—	—	—	—	—	—	929	—	—	—	—	—	929
Entleerungsgrube mit Krahnfundirung ..	—	—	—	—	—	—	—	605	—	—	—	—	—	553
„ ohne „ .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	389
Anbauten an das Wasserstationsgebäude ..	48	3.300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ an die Locomotiv-Remise ..	82	2.800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kohlenbühne .....	—	—	—	—	—	—	—	183	—	—	—	—	—	2.046
Brückenwage .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	399
Arbeiter-Abort .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	164
Grube für Asche und Werg .....	—	850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	835
Canäle .....	—	300	—	353	—	—	—	353	—	162	—	162	—	—
Abtragungen und Ueberstellungen .....	—	630	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zusammen .....	—	21.000	—	13.657	—	5.150	—	15.752	—	12.221	—	11.022	—	43.476

fl. 122.278

Wächterhäuser der currenten Strecke sammt Nebengebäude und Brunnen, vier Stück fl. 7.722.

**Tabelle IV.**  
**Einheits-Preise.**

Gegenstand		Mass- gattung	Einheits- preis		Gegenstand		Mass- gattung	Einheits- preis	
			fl.	kr.				fl.	kr.
Unterbau - Arbeiten.									
Erd- und Felsaushub sammt Transport.....	Kubikm.	—	42	Pflasterungen, in hydraul. Mörtel 0·2 <sup>m</sup> stark .....	Quadratm.	1	66		
Baggerungen bis 2·0 <sup>m</sup> unter Wasser bei Uferschutzbauten	"	2	72	" " " " 0·2 bis 0·6 <sup>m</sup> stark .....	Kubikm.	6	60		
Baggerungen bis 4·0 <sup>m</sup> unter Wasser bei Objecten ..	"	2	97	Fundamentmauerwerk .....	"	5	82		
Sickerungen sammt Ausbau in Einschnitten .....	Stück	—	17	Béton mit hydraulischem Kalk .....	"	9	40		
" " " in den Stations-Plateaux .....	Meter	—	8	" " Portland-Cement .....	"	18	52		
" " " unter Dämmen .....	"	—	21	Bruchsteinmauerwerk in magerem Mörtel .....	"	6	50		
Entwässerungsschlitz, Aushub bis 2·0 <sup>m</sup> Tiefe .....	Kubikm.	—	82	" " hydraul. " .....	"	7	33		
" " von 2·0 bis 4·0 <sup>m</sup> Tiefe .....	"	—	99	Dohlendeckel-Quadermauerwerk .....	"	23	9		
" " " 4·0 " 6·0 <sup>m</sup> " .....	"	1	24	Quadermauerwerk in hydraulischem Mörtel .....	"	30	13		
" " " 6·0 " 8·0 <sup>m</sup> " .....	"	1	57	Gewölbmauerwerk aus Bruchstein .....	"	9	77		
" " " 8·0 " 10·0 <sup>m</sup> " .....	"	2	6	" " Quader .....	"	27	29		
Entwässerungsstollen .....	Meter	9	7	Holzconstructions aus weichem Holz .....	"	22	23		
Entwässerungsschächte .....	"	21	43	" " Lärchenholz .....	"	32	67		
Ausbau mit Klaubsteinen .....	Kubikm.	1	7	Spundwände, 0·13 <sup>m</sup> stark, aus weichem Holz .....	Quadratm.	9	48		
" " Bruchsteinen .....	"	—	85	" aus Lärchenholz .....	"	11	83		
Stollenbau beim englischen Betriebe } als Zuschlag zum	Meter	23	8	Lieferung von Piloten aus Föhrenholz, im Mittel 0·3 <sup>m</sup> stark	Meter	1	3		
Schachtbau " " " } Grundpreise	"	18	14	" " " " " " 0·2 <sup>m</sup> " .....	"	—	45		
Planiren und Besäumen .....	Kilometer	435	75	Einrammen der Piloten, 0·3 <sup>m</sup> stark .....	"	1	65		
Herstellung von Strassengrundbau aus Kieselsteinen ..	Kubikm.	1	24	" " " " 0·2 <sup>m</sup> " .....	"	—	58		
Strassenbeschotterung aus Grubenschotter .....	"	—	70	Brückenhölzer, scharfkantig bearbeitet, aus Lärchenholz	Kubikm.	32	67		
Steinwurf .....	"	2	83	Brückenbedielungen aus Lärchenholz, 0·04 <sup>m</sup> stark ...	Quadratm.	1	55		
" aus Einschnittsmateriale .....	"	—	99	" " " " 0·06 bis 0·085 <sup>m</sup> .....	"	2	56		
Steinsätze .....	"	2	38	stark .....	"	—	—		
" aus Einschnittsmateriale .....	"	—	83	Für Erschwerisse bei Fundirung der Brücken unter	Pauschale	4200	—		
Flechtwerke, 0·15 <sup>m</sup> hoch .....	Meter	—	12	20 <sup>m</sup> Lichtweite .....					
" 0·30 <sup>m</sup> " .....	"	—	21	Für Erschwerisse bei Fundirung der Brücken über	" 7500	—	—		
" 0·60 <sup>m</sup> " .....	"	—	46	20 <sup>m</sup> Lichtweite .....					
Fundament-Aushub .....	Kubikm.	—	83	Herstellung v. Trockendohlen für Wiesenbewässerungen	Meter	1	65		
Trockenmauerwerk aus Bruchstein .....	"	3	37	Senkfaschinen bis 1·0 <sup>m</sup> Durchmesser sammt Legung	"	2	27		
Pflasterungen, trocken, 0·2 <sup>m</sup> stark .....	Quadratm.	—	83	Strassengeländer aus Lärchenholz (landesüblich) ....	"	1	24		
" " 0·2 bis 0·6 <sup>m</sup> stark .....	Kubikm.	4	12						
Oberbau - Arbeiten.									
Lieferung und Einbringung von Bahnschotter .....	Kubikm.	1	26	Für Mehrarbeit beim Einlegen von Weichen sammt	Stück	16	49		
" von Reserveschotter .....	"	—	96	Kreuzung .....					
Legen der Geleise auf der currenten Strecke und in	Meter	—	59	Für Mehrarbeit beim Einlegen von Dilatations-Vor-	Gruppe	10	30		
den Stationen .....	"	—	45	richtungen .....					
Steinbankette aus Einschnittsmateriale .....	Stück	—	95	Wegübergang im Niveau der Bahn .....	Stück	9	89		
Für Geleise-Abschlüsse sammt Erdprisma .....	"	4	95	Abrichten und Legen der Sicherheitsschwellen .....	"	1	65		
Abschluss und Distanzierung der Bahn.									
Leichte Einfriedung .....	Meter	—	25	Warnungstafeln, complet .....	Stück	10	90		
Schwere " .....	"	—	33	Zehntel-Kilometerpflöcke .....	"	—	83		
Verdichtete " .....	"	—	66	Kilometersteine .....	"	3	59		
Neigungszeiger, complet .....	Stück	5	79	Grenzsteine ohne Versetzen .....	"	—	92		

Die Tabelle IV zeigt die bezüglichen Herstellungskosten.  
Der durchschnittliche Lohn für Erdarbeiter und Handlanger war bei Lohnarbeit circa 85, bei Accorarbeit 95 kr.; Maurer erhielten 1 fl. 30, beziehungsweise 1 fl. 50, Steinmetze 1 fl. 40, beziehungsweise 1 fl. 60 kr. per Tag bezahlt.

Die Erweiterungs- und Umbauten in der Station Unter-Drauburg kosteten circa 68.000 fl. Der Bau der Localbahnstrecke aber kostete, bei Inbegriff aller Stationen und Nebenanlagen, per Kilometer Bahn folgende Summen:

Vorarbeiten und Bauleitung .....	fl.	5 000
Grunderwerb .....	"	4.200
Unterbau .....	"	22.000
Oberbau sammt Beschotterung .....	"	9.700
Hochbau .....	"	2.800
Abschluss und Bahnausrüstung, Signale .....	"	300
Fahrbetriebsmittel .....	"	2.700
Betriebs-Vorauslagen .....	"	400

Zusammen fl. 47.100.

End-Ergebniss sind also hier kilometrische Kosten im Betrage von 47.100 fl.

Theilt man aber die ganze Linie in eine schwierige Strecke von Kilometer 0 bis 15, und eine einfache von Kilometer 15 bis 38, so betragen diese Kosten 61.000, beziehungsweise 38.000 fl.

Ich erwähne noch, dass die kilometrischen Kosten von Kriegsdorf-Römerstadt 34.100, die von Müzzuschlag-Neuberg 42.700, von Erbersdorf-Würbenthal circa 37.000 fl. sind, und komme damit zu dem Resultate, dass bei Bahnen, wie sie hier beschrieben wurden, die Kosten aller Leistungen, mit Ausnahme der Grundeinlösung und des Unterbaues, aber einschliesslich ihres Antheiles an den allgemeinen Auslagen, per Kilometer 18.000 bis 24.000 fl. betragen, während der Unterbau und die Grundeinlösung starken Schwankungen unterliegen, so dass die kilometrischen Gesamtkosten derartiger Bahnen im günstigsten Falle nicht unter 23.000 fl. sinken können, während mit 60.000 fl. schon bedeutende Leistungen erzielbar sind.

### Die Linie Tarvis-Pontafel.

Die Linie Tarvis-Pontafel-Chiusaforte ist das Schlussglied der Linie Villach-Udine, einer Hauptbahn von hoher handelspolitischer und militärischer Bedeutung; ihr Werth für den Personenverkehr wird dadurch beleuchtet, dass seit der Betriebseröffnung derselben ein Eilzug von Wien nach Venedig über sie verkehrt und sich auch rentirt. Obgleich kaum 25<sup>km</sup> lang und vollständig eingleisig ausgeführt, kostet diese Linie doch 3 $\frac{1}{3}$  Millionen Gulden, sie gehört daher schon zu den kostspieligeren Bahnen des Reiches, ein Umstand, auf welchen ich schliesslich zurückkommen werde. Die Linie Tarvis-Pontafel geht von der Station Tarvis der Strecke Villach-Laibach der k. k. priv. Kronprinz Rudolfbahn aus. Die Gegend, welche sie durchzieht, gehört zu den grossartigsten unserer Bergwelt. Die Natur hat die Richtung dieser Schienenverbindung mit Italien durch das nach Westen gerichtete Canalthal scharf vorgezeichnet, welches Thal, inmitten eines riesigen Gebirgsstockes mit gegen 3000<sup>m</sup> hohen Häuptern, aus den Thaleinschnitten des Bartolobaches und des Fellaflusses gebildet wird, wobei die Wasserscheide nur 79<sup>m</sup> über Tarvis, und etwa 810<sup>m</sup> über dem Meere liegt. Die Höhe von Pontafel ist 570<sup>m</sup>.

Der Höhenunterschied von 230<sup>m</sup> ist hier aus anderen Gründen, namentlich in Folge einer raschen Wendung des Thales bei Pontafel nach Süden so bedeutend, dass, während wir an der Wasserscheide bei Saifnitz Alpenrosen und kleinblüthige Gentianen — die Boten der höheren Bergregion — treffen, Pontafel schon deutlich die Nähe Ober-Italiens erkennen lässt.

Der Bahnkörper liegt in Alluvial- und Dilluvialgebilden der Thalwände, welche in ihrem unteren Stocke aus Hallstädter Kalk bestehen, während in den oberen Partien Guttensteiner Kalk mit Werfner Schichten wechselt; die letzteren bilden die Ursache der im Canalthale vorkommenden Bergstürze, und sie liefern auch den geschiebeführenden Wildbächen das meiste Materiale.

Für den Bahnbau standen sehr gute Kalksteine und Conglomerate — allerdings unregelmässiger Form — zur Verfügung.

Die Bahn zieht von Tarvis in einer Höhe von 55<sup>m</sup> über dem Schlitzabache, der hier den Bartolobach schon aufgenommen hat, horizontal, dann ansteigend an der Lehne hin nach Ober-

Tarvis und tritt hier in das Bartolothal ein, an dessen linkem Gehänge sie bis Kilometer 4 $\frac{1}{2}$  geführt ist, an welcher Stelle sie diesen Bach in 5<sup>m</sup> Höhe über dessen Sohle mit einer schiefen Brücke von 16<sup>m</sup> Stützweite übersetzt. Die Strecke von Kilometer 0 bis 3 ist der kostspieligste Theil der ganzen Bahn, indem diese gezwungen war, eine steile, zu Rutschungen geneigte Lehne zwischen der Reichsstrasse und den Orten Unter- und Ober-Tarvis zu benützen. Sehr bedeutende Grundeinlösungskosten, Arbeiten zur Verhinderung oder Bewältigung von Rutschungen, und grosse Massen von Stütz- und Wandmauern charakterisiren diese Strecke. Die respectablen Schwierigkeiten jenes Baues wird aber insbesondere zu schätzen wissen, wer je in der Lage war, mit den Bewohnern unserer Gebirge in Bahnangelegenheiten zu verkehren, besonders dann, wenn diese, wie es hier der Fall war, den Vortheilen, welche dieser Verkehr zu bieten vermag, schon „auf den Geschmack“ gekommen waren.

Von der Bartolobrücke weg tritt der Bahn der Luscharibach entgegen; es gelingt ihr aber, diesem Wildbach und Murgang schlimmster Art auszuweichen, und um den Fuss seines Schuttkegels herum die Station Saifnitz zu erreichen. Diese Station dient vorzüglich den Tausenden von Wallfahrern und Touristen, welche zum Luschari hinaufsteigen. Der sogenannte Saifnitzer See findet durch die Bahnanlage seine fast vollständige Trockenlegung. Von Saifnitz steigt die Bahn noch bis Kilometer 6 $\frac{1}{2}$ , wo sie aus Anlass der von beiden Seiten herabkommenden Wildbäche, welche die Wasserscheide noch immer erhöhen, diese circa 7<sup>m</sup> über ihrer jetzigen Höhe überschreitet. Die Bahn übergeht hier auf die linke Thallehne und ist mit starkem Gefälle bis Kilometer 9 geführt, wo sich der Filabach mit dem Wolfsbach vereinigt und nun den Namen „Fellafluss“ erhält. Die Bahn zieht von da rechts neben der Fella hin nach Uggowitz, dessen Stationsplatz von der Feste Malborghet überragt wird, übersetzt bei Kilometer 12 die Fella 4 $\frac{1}{4}$ <sup>m</sup> über dem Niederwasser mit einer im Lichten 20<sup>m</sup> weiten Brücke, worauf unterhalb der Feste ein ziemlich kostspieliges Stück Lehnbahn beginnt, das durch grosse Erd- und Felsarbeiten, Steinwürfe, Trockenmauern und die Uebersetzung von zahlreichen Wildbächen, die viel Geschiebe führen, charakterisirt wird. Von Lussnitz bis zum Bahnhof Pontafel ist die Anlage wieder etwas einfacher, bleibt aber fast immer am Fella-Ufer und zeichnet sich durch Steinwürfe, Steinsätze und Stützmauern in Mörtel aus. Auf letzterer Strecke ist bei Kilometer 19 die zweite Fellaabrücke mit drei Oeffnungen von 12, 37 und 30<sup>m</sup> Stützweite, womit die Bahn in 8 $\frac{1}{2}$ <sup>m</sup> Höhe über dem Niederwasser die Reichsstrasse und den Fellafluss schief übersetzt; dann der 38<sup>m</sup> lange Planja-Aquädukt, womit ein Wildbach tunnelartig unterfahren wurde, endlich die 18<sup>m</sup> weite Vogelbachbrücke. Dabei ist immer die Uebersetzung des Hauptthales durch das Vermeiden der Berührung schlimmer Wildbäche bedingt worden. Das Terrain für den Bahnhof Pontafel war ziemlich günstig; kurz hinter diesem Bahnhof endet die österreichische Strecke in der Mitte der Brücke über die Pontebbana, welche die Reichsgrenze bildet. Diese Brücke hat 35<sup>m</sup> Stützweite; ihr Bau erfolgte auf gemeinsame Kosten durch die k. k. Bauleitung.

Die weitere italienische Strecke anbelangend, erlaube ich mir Folgendes zu bemerken:

Die Terrainschwierigkeiten steigern sich von der Reichsgrenze ab ausserordentlich, denn das Thal fällt rasch, wird

enge, die Gehänge sind steil, entwaldet und äusserst brüchelig. Dazu kommt, dass das Maximalgefälle der Bahn hier bloss  $16\text{‰}$ , der kleinste Krümmungshalbmesser  $300^m$  beträgt; daher kommen hier Thalübersetzungen von mehr als  $50^m$  Höhe vor. Fast mehr verschieden noch, als das Terrain hier von dem ist, worauf wir zu bauen hatten, ist die Behandlungsart der Bauten. Der Bahnkörper ist fast immer von Mörtelmauern gestützt, Erdarbeiten und Steinsätze sind vermieden, während wir solche hier wahrscheinlich vorherrschend angewendet haben würden. Die Gewölbe der Brücken und der Tunnels sind aus Ziegeln hergestellt. Die bei uns oft gemachte Erfahrung, dass der Ziegel im Eisenbahn-Unterbau in den seltensten Fällen am Platze ist, dürfte sich bald auch hier bestätigen; an nassen Tunnelstellen zeigen die Ziegel schon jetzt Spuren des Zerfalles. In den eisernen Brücken-Constructions herrscht der continuirliche Träger, den wir vermeiden, und die Liebe zu ihm geht hier so weit, dass beim Viaduct zu Dogna, wo das Geleise im scharfen Bogen liegt, ein continuirlicher Träger über die drei Oeffnungen ausgeführt wurde, dessen Tragwände in polygonaler Krümmung dem Geleise folgen. Rühmend muss ich aber erwähnen, dass die Pfeiler aller Viaducte aus Mauerwerk hergestellt sind. Die Kosten der ersten  $12^{km}$  dieser im Allgemeinen eingeleisigen Bahn, sagt man, übersteigen 1 Million Lire per Kilometer Bahn \*).

Auf der Strecke Tarvis-Pontafel gelangt der kleinste Krümmungshalbmesser von  $250^m$  39mal zur Anwendung, die grösste Steigung ist in beiden Richtungen in den Geraden  $22\text{‰}$ ; in den Bögen ist diese Steigung nach der Formel  $d = \frac{1}{1.5 R}$  (wo  $R$  und  $d$  in Metern verstanden sind) verringert worden, so dass sie für  $R = 250^m$  nur  $17\text{‰}$  beträgt. Die durchschnittliche Maximalsteigung aber ist in beiden Richtungen  $20\text{‰}$ . Durch die laut vorstehender Formel vorgenommenen Modificationen derselben ist die zulässige Zugbelastung um  $8\frac{1}{2}$  Percent grösser geworden, als sie sein würde, wenn die Steigung  $20\text{‰}$  ohne Rücksicht auf die Richtungsverhältnisse zur Anwendung gelangt wäre.

Die bisherigen Erfahrungen hier sowohl wie auf Kriegsdorf-Römerstadt und Müzzzuschlag-Neuberg bestätigen die praktische Richtigkeit der obigen Formel.

Wie schon angedeutet wurde, ist die Linie Tarvis-Pontafel als Hauptbahn gebaut worden; sie ist im Allgemeinen eingeleisig und so ausgeführt, dass ein zweites Geleise ganz unberücksichtigt blieb; zwischen den Bahnhöfen Pontafel und Pontebba aber ist der Unterbau für zwei Geleise hergestellt, diese Strecke aber ist kaum  $\frac{1}{10}^{km}$  lang.

Die Normalprofile des Bahnkörpers werden durch die Fig. 1 bis 6, Blatt Nr. 17 dargestellt; die Breite des Unterbaues ist  $5.2^m$ .

Die Erd- und Felsbewegung beträgt in der Station Tarvis 22.000, am Bahnhof Pontafel 183.000, auf der eigentlichen Strecke einschliesslich der Zwischenstationen aber  $590.000^{kbm}$ , d. i. per Meter Bahn  $25^{kbm}$ . Die Vorkehrungen gegen Rutschungen kosten im Ganzen 32.000, die gesammten Erd- und Felsarbeiten aber

kosten auf der Bahn (exclusive der Station Tarvis und des Bahnhofes Pontafel) per Kilometer Bahn 18.600 fl.

Die Strassen- und Wegbauten waren hier unbedeutend, von Bedeutung aber waren

die Fluss- und Uferschutzbauten und die Stütz- und Wandmauern. Während demnach auf der Bahnstrecke erstere per Kilometer Bahn 320 fl. kosteten, betragen die Kosten der Uferschutzbauten 4630 und die der Mauern 3900 fl. Die Typen, nach welchen diese Arbeiten ausgeführt wurden, sind die von Kriegsdorf-Römerstadt her bekannten.

Ich habe bei den charakteristischen Merkmalen dieser Bahn schon der Wildbäche erwähnt, deren auf dieser Strecke eine grosse Anzahl vorkommt. Nach anhaltenden Regen, vorzüglich aber nach Wolkenbrüchen führen dieselben ausserordentlich viel Schotter, darunter kopfgrosse Steine, und über ihrem heftigen Ergiessen dröhnt dann das ganze Thal! Der Unschädlichmachung der Wildbäche ist daher auch die grösste Sorgfalt zugewendet worden und wurde hierbei von dem Grundsatz ausgegangen: an der Uebersetzungsstelle weder die Richtung noch Höhenlage des Bachbettes zu ändern, die Breite desselben aber trichterförmig so einzuengen, dass ein Liegenbleiben der Geschiebe unter der Brücke ausgeschlossen, die Kraft des Baches aber doch nicht so weit erhöht wird, um ein Unterwaschen der Objectsohle und der Einlaufsbauten befürchten zu lassen. Während demnach die durchschnittliche Breite des Bettes von sechs der schlimmsten grösseren Wildbäche  $30^m$  war, ist die durchschnittliche Lichtweite der bezüglichen Brücken nur  $12^m$ . Die Steigung der Bachsohle an der Stelle der Brücke ist durchschnittlich  $6\text{‰}$ , die durchschnittliche Höhe der Brücken  $3\frac{1}{2}^m$ . Um diese Lichthöhe zu erreichen, musste die Bahn-Nivellete häufig höher gehalten werden, als aus anderen Gründen wünschenswerth war. Diese Lichtöffnungen sind nicht nach Formeln aus den Niederschlagsmengen bestimmt worden; sie haben sich meiner Ansicht nach vollkommen bewährt, denn wir finden die Sohlen der Durchlässe unbeschädigt und rein, und die grössten seither vorgekommenen Wasserstände haben die Oeffnungen nur auf  $\frac{1}{3}$  der Höhe ausgefüllt.

Ueber die Ausführung des Mauerwerkes der Mauern, kleinen Brücken und der meisten grossen Brücken gilt das früher, anlässlich der Linie Unter-Drauburg-Wolfsberg, Gesagte.

Die beiden Tabellen V und VI zeigen den Umfang der Herstellungen an den kleinen und grossen Brücken. Die Tabelle V gibt die Gesamtkosten der Objecte per Stück und per Meter ihrer Länge; nach der Tabelle VI kostet die erste Fellabrücke (von  $20^m$  Lichtweite) circa 16.000, die zweite 43.000 und die halbe Grenzbrücke 19.400 fl., und zwar einschliesslich der Eisenconstructions. Der  $38^m$  lange überwölbte Einschnitt, den ich früher Planja-Aquäduct nannte, kostet ohne die Correctionsbauten, welche 17.000 fl. betragen, per Meter Länge circa 960 fl. Es betragen sonach die Kosten der kleinen Brücken per Kilometer Bahn 10.800, die der grossen 2500 fl., wobei immer nur die Strecke ausschliesslich der Station Tarvis und des Bahnhofes Pontafel gemeint wird, und die Grenzbrücke zu letzterem Bahnhofe zählt.

Der Ueberbau der Brücken wurde bei dieser hochwichtigen Bahn mit Rücksicht auf die sofort einzuführenden schweren Sechskuppler und auf die möglicherweise eintretende Verwendung von noch schwereren Locomotiven für einen Lastzug berechnet, welchem 3 Stück schwere Achtkuppler vorgespannt

\*) Eine nähere Beschreibung dieser italienischen Linie aus der Feder eines beim Baue derselben beschäftigten Ingenieurs haben wir für eines der nächsten Hefte dieser Zeitschrift in Vorbereitung.  
D. R.



**Tabelle V.**  
**Kleine Brücken.**

Anzahl	Lichtweite	Durchschnittlich entfallen auf ein Object										Kosten	
		mittlere Lichthöhe	mittlere Länge	Erd- und Fundament-aushub	Trocken-mauerwerk und Steinsätze	Mörtel-Mauerwerk und Pflaster	Quader- und Haustein-Mauerwerk	Trocken-pflaster	Piloten, Brückenböhler und Bedielung	Schmied-eisen	Gusseisen	per Stück	per Meter Länge
										für die Construction und Geländer			
Stück	Meter	K u b i k m e t e r											
Objecte in den seitlichen Anlagen.													
—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.42	—	—	54	—
1	—	—	—	46	70.3	—	—	—	40.35	—	—	949	—
9	0.4	—	—	9	1.2	11.2	1.52	0.3	—	—	—	137	—
2	0.5	—	—	19	—	15.6	2.11	2.9	—	—	—	191	—
3	0.6	—	—	18	4.8	24.9	2.50	3.8	—	—	—	279	—
3	0.8	—	—	226	—	88.8	8.39	—	—	—	—	1047	—
1	1.0	—	—	6	—	32.1	—	1.2	—	—	—	280	—
1	1.9	—	—	41	0.7	44.5	0.50	8.8	7.41	—	15	570	—
1	5.4	—	—	—	—	—	—	—	9.55	—	—	199	—
Gedechte und gewölbte Objecte in der Bahn.													
1	0.4	1.0	13.3	15	—	32.1	1.97	9.0	—	—	—	289	22
1	0.5			24	0.1	32.6	1.61	16.1	—	—	—	365	27
16	0.6			45	10.0	58.3	4.77	1.9	—	—	—	623	47
1	0.7	1.0	8.5	35	—	36.0	3.60	—	—	—	—	495	57
8	0.8	1.3	14.5	111	79.0	167.4	6.63	5.1	—	—	—	1588	110
7	1.0	1.9	7.8	70	24.4	103.2	2.72	3.5	1.00	—	—	981	125
1	1.4	2.0	12.8	55	—	142.5	2.30	—	—	—	—	1203	94
2	1.5	2.4	12.5	125	90.0	229.9	2.97	9.0	—	—	—	1962	156
5	2.0	2.4	8.1	133	18.3	225.5	6.03	12.0	—	—	—	2103	259
3	3.0	3.1	6.1	139	13.3	234.9	8.69	31.8	—	—	—	2317	378
1	4.0	4.0	15.0	267	69.0	379.2	27.00	17.0	10.73	—	—	4646	310
1	5.0	4.0	6.2	211	28.1	305.3	21.82	—	—	—	—	3363	542
1	10.0	5.0	4.5	376	—	469.7	86.33	—	—	391	815	7737	1720
Offene Objecte in der Bahn.													
12	0.6	1.0	—	19	0.4	19.9	1.67	2.2	0.68	—	—	246	—
1	0.8	1.6	—	42	—	35.0	1.90	—	1.04	—	—	369	—
6	1.0	1.6	—	36	—	45.7	2.11	7.2	1.17	19	45	496	—
10	1.5	2.4	—	71	10.6	77.1	2.27	6.4	1.51	45	115	782	—
14	2.0	2.3	—	68	14.3	79.6	3.29	3.9	1.67	698	308	1040	—
2	2.5	2.2	—	61	—	58.3	2.94	2.7	1.07	1.521	478	1052	—
5	3.0	3.1	—	98	8.8	156.4	4.37	5.6	5.83	1.246	413	1865	—
3	4.0	3.3	—	206	36.0	247.1	5.96	3.0	7.59	2.075	451	2992	—
3	5.0	3.9	—	132	12.9	217.6	9.79	4.5	2.79	2.908	520	2882	—
1	6.0	4.5	—	74	115.0	209.0	12.65	—	4.26	6.145	542	3959	—
1	7.75	2.8	—	233	72.6	220.3	8.98	45.6	4.65	7.909	632	4423	—
7	8.0	3.2	—	179	15.2	190.7	7.92	24.0	4.18	5.506	568	3445	—
2	8.6	3.7	—	170	—	256.9	12.44	10.8	4.05	10.417	461	5003	—
1	9.0	4.3	—	234	40.0	357.1	9.76	85.2	5.30	7.824	696	5096	—
1	12.0	4.3	—	180	82.0	235.0	9.00	20.0	5.83	13.760	450	5648	—
1	12.9	3.5	—	212	110.0	186.5	16.56	39.4	9.24	17.870	455	7005	—
1	14.3	4.4	—	340	—	462.3	10.14	—	8.73	18.902	455	8716	—
1	18.0	4.3	—	55	14.0	105.7	29.00	10.6	9.88	22.029	327	7478	—

sind. Der Zug gibt, wie die nachstehende graphische Darstellung zeigt, gleichförmig vertheilte Verkehrslasten, welche den Lasten der Normalverordnung vom 30. August 1870 — die aber nur als Minima bindend sind — bei Stützweiten bis zu 16<sup>m</sup> ungefähr gleichkommen, bei grösseren Weiten diese jedoch namhaft, und zwar bei 30<sup>m</sup> Weite um 46% überschreiten, bei 100<sup>m</sup> Weite aber ihnen wieder gleich werden. Die Verordnungslast entspricht nämlich bei Stützweiten von 16 bis 40<sup>m</sup> einem Lastenzug mit nur einem Sechskuppler; ein Lastenzug mit einem Achtkuppler

überschreitet sie bei dieser Weite im Maximum schon um 17%, während ein solcher Zug bei 100<sup>m</sup> Weite nur 58% der Verordnungslast erreicht. Die Einführung des schweren Lastenzuges musste demnach zur Folge haben, dass diese Brücken bei Stützweiten bis zu 16<sup>m</sup> gleichviel Material erfordern wie solche, die auf Grund der Verordnungslasten gerechnet sind, während bei der Weite von 20<sup>m</sup> ein Mehraufwand um 11%, bei 30<sup>m</sup> Weite um 23%, bei 60<sup>m</sup> um 18% erforderlich geworden wäre. Bei 100<sup>m</sup> träte wieder Gleichheit ein.



Tabelle VI.

Grosse Brücken (20·00<sup>m</sup> Lichtweite und darüber).

Gegenstand	Brücke über den Fella-Fluss	Brücke über den Fella-Fluss und die Reichsstrasse	Grenzübrücke zweigleisig (Oest. Halfte)
Lichtweite, senkrecht in Metern ...	20·00	6+21+15	33·28
Stützweite in Metern .....	21·00	$\left\{ \begin{array}{l} 41·93+36·66 \\ +30·32 \end{array} \right\}$	35·00
Lage zur Bahnaxe, Winkel .....	90°	38°	90°
Erd- und Fundamentaushub in Kubikmetern .....	543	380	349
Steinwurf, Steinsatz, Trockenmauerwerk in Kubikmetern .....	211·8	234·8	—
Béton in Kubikmetern .....	—	210·0	—
Fundamentmauerwerk in Kubikmetern .....	141·5	—	53·0
Häuptiges Bruchsteinmauerwerk in Kubikmetern .....	109·6	425·0	129·5
Quader- und Hausteinauerwerk in Kubikmetern .....	18·80	147·20	53·60
Trockenpflaster in Kubikmetern ...	84·3	—	12·7
Spundwände aus weichem Holz in Quadratmetern .....	234·3	—	—
Brückenhölzer und Bedielung aus Lärchenholz in Kubikmetern ...	11·09	54·30	40·11
Tragconstruction sammt Auflager- vorrichtung in Kilogramm .....	25.055	111.422	57.364
Geländer in Kilogramm .....	305	3.356	70
Pauschale für Erhaltung der Bau- gruben in Gulden .....	2.000	5.700	1.600
Kosten des Unterbaues in Gulden .	8.131	9.583	3.803
Kosten des eisernen Ueberbaues und der Geländer in Gulden .....	5.655	26.609	13.416
Kosten des Brückenbelages in Gulden .....	244	1.370	602
Gesamtkosten in Gulden..	<b>16.030</b>	<b>43.262</b>	<b>19.421</b>

Dies Alles unter Voraussetzung der üblichen Art der Bestimmung des erforderlichen Nutzquerschnittes aus den berech-

neten Spannungen. Aber gleichwie die Verkehrslast hier selbständig entwickelt wurde, erfolgte auch die Dimensionirung der Theile nicht nach der herrschenden Methode, sondern diese wurde nach den Vorschlägen vorgenommen, welche Professor Winkler auf Grund von, aus den Versuchen von Wöhler abgeleiteten Formeln — vor 3 Jahren \*) — gemacht hat. Kurz vor ihm hatte Professor Weyrauch dieselben Gegenstände in ähnlicher Weise auf Basis der Launhardt'schen Formeln noch eingehender und mit grosser Wärme in einem Werkchen behandelt, zu dem er vor einem Jahre in unserer „Zeitschrift“ noch wichtige Nachträge lieferte, so dass sich für diejenigen, welche dieser Gegenstand interessirt, nunmehr vorzüglich empfehlen dürfte, seiner Fahne zu folgen. Die Querschnitte der Theile sind hiernach, wie bekannt ist, abhängig gemacht von den in denselben auftretenden kleinsten und grössten Spannungen, wobei überdies die im Zugverkehr vorkommenden Stösse durch eine amalige Vergrösserung der Spannungen von der Verkehrslast berücksichtigt werden \*\*).

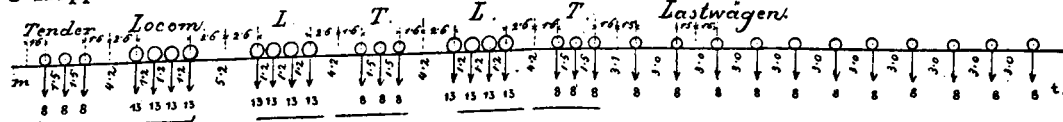
\*) „Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines“, Jahrgang 1877, Seite 45.

\*\*) Beispielsweise ist für Balkenbrücken auf zwei Stützen das erforderliche Trägheitsmoment des Nutzquerschnittes  $T = \frac{h}{2i} Mg + 1.3Mp$ , wenn  $h$  die Höhe des Balkens bezeichnet und  $\alpha = 1.3$  genommen wurde. Dabei ist  $i = 800 \left( 1 + \beta \frac{g}{g + 1.3p} \right)$ , wobei für Eisen  $\beta = \frac{1}{2}$ , für weichen Stahl  $\beta = \frac{3}{4}$  ist.  $Mg$  und  $Mp$  sind die Momente von der gleichförmig vertheilt gedachten, bleibenden Last  $g$ , beziehungsweise von der Verkehrslast  $p$ .

Für die Gurten von eisernen Fachwerkbrücken auf zwei Stützen ist die Fläche des Nutzquerschnittes  $f = \frac{\text{Max. } S}{i}$ , und wenn  $\alpha = 1.2$  genommen wird:  $i = 800 \left( 1 + \beta \frac{Sg}{Sg + 1.2 Sp} \right) = 800 \left( 1 + \beta \frac{g}{g + 1.2p} \right)$  endlich  $\text{Max. } S = Sg + 1.2 Sp$ , in welchen Formeln  $Sg$  und  $Sp$  die Spannungen von der gleichförmig vertheilten bleibenden, beziehungsweise der Verkehrslast bedeuten. Ueber die abwechselnd auf Zug und Druck beanspruchten Theile eiserner Brücken zeigt Tabelle VII Beispiele. Weder Winkler noch Lippold differiren hiermit nennenswerth.

## Belastungszüge:

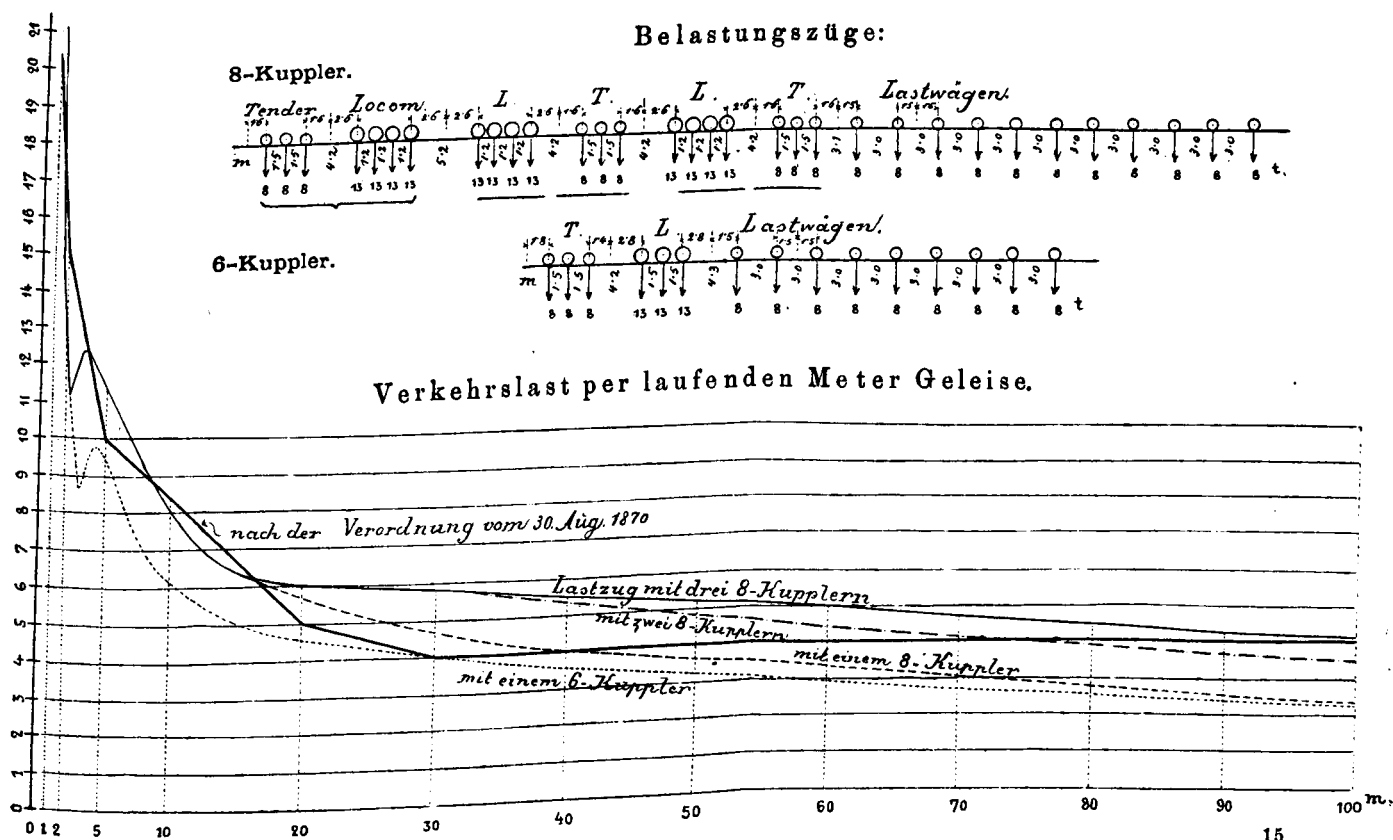
## 8-Kuppler.



## 6-Kuppler.



## Verkehrslast per laufenden Meter Geleise.



Die so berechneten Blechbalken-Brücken erfordern bei 2·8facher Sicherheit gegen den Bruch durch unzählig ofte Inanspruchnahme und für  $\alpha = 1·3$ , bei 2<sup>m</sup> Stützweite um 24% mehr Material, bei 5<sup>m</sup> Weite um 15% und bei 14<sup>m</sup> Weite um 8% mehr Material als solche, die nach der älteren Methode mit 800<sup>kg</sup> per Quadrat-Centimeter Spannung in der äussersten Faser dimensionirt werden. Die Fachwerksbrücken werden bei der gleichen Sicherheit 2·8, wenn  $\alpha = 1·2$  ist, bei 20<sup>m</sup> Stützweite um 6%, bei 30<sup>m</sup> Stützweite um 5%, bei 60<sup>m</sup> Stützweite um 3% schwerer, bei 100<sup>m</sup> Stützweite aber um 2% leichter als nach der alten Dimensions-Bestimmung.

Die Fachwerksglieder werden im Allgemeinen weder leichter noch schwerer, dagegen wird für jene Stäbe darin, die abwechselnd

auf Zug und Druck in Anspruch genommen werden, die erforderliche Nutzquerschnittfläche nach der neuen Dimensionirung immer grösser als nach der alten, und die Tabelle VII zeigt drei Beispiele, in welchen bei einem strengen Vorgehen nach der alten Dimensionen-Berechnung die betreffenden Theile nur eine 1·9- bis 1·6fache Sicherheit bieten würden, welcher gegenüber dann die viel grössere Sicherheit aller übrigen Theile der betreffenden Objecte zwecklos wäre. Und Solches zu verhindern, darin liegt der Werth der neuen Methoden, ein Werth, den ich so hoch schätze, dass ich einen Mehraufwand, der für die Brücken eines ganzen Netzes von Bahnen leicht 4 bis 5% betragen kann, dadurch weit aufgewogen erachte.

Tabelle VII.

Fig. 1.

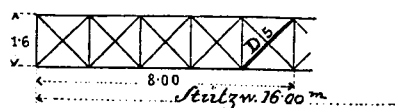


Fig. 2.

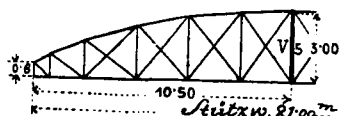
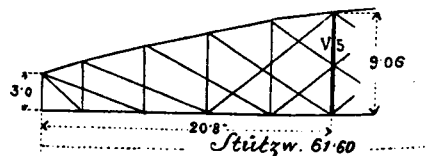








Fig. 3.



Post-Nummer	Constructions-glied	Neue Querschnittsbestimmung										Alte Querschnittsbestimmung							
		Minimalspannung Maximalspannung			Minimum Maximum	Min. S Max. S	$\psi = 800 \left(1 + \frac{\psi}{2}\right)$	Freie Länge l	Bruttofläche Trägheitsmoment $= \frac{f^2}{T}$	$i = \frac{f^2}{1 + 0.0001 \frac{f^2}{T}}$	Theoret. Nutzfläche = Max. B $f_1 = \frac{v}{i}$	Spannung vom Eigengewicht	Spannung von der Verkehrs-last	Totalspannung	$\frac{f}{T}$	$\gamma = \frac{f_1}{f_2} = \frac{800}{1 + 0.0001 \frac{f^2}{T}}$	Theoret. Nutzfläche = Totalspannung $f_2 = \frac{v}{i}$	Sicherheits-Coefficient 2.8:	
		Eigen- gewicht	Ver- kehrs- last	1.2fache Ver- kehrs- last															
1	Fig. 1 $D_5$	$\frac{-1000}{-1000}$	$\frac{+5500}{-7400}$	$\frac{+6600}{-8880}$	$\frac{+5600}{-9880}$	-0.75	500	165		420	23.5	-1000	-7400	-8400		1.73	616	13.6	1.6
2	Fig. 2 $V_5$	$\frac{+1400}{+1440}$	$\frac{+5300}{-6790}$	$\frac{+6360}{-8148}$	$\frac{+7760}{-6748}$	-0.87	452	300		277	24.4	+1400	-6790	-5390		1.79	396	13.6	1.6
3	Fig. 3 $V_5$	$\frac{+1100}{+1100}$	$\frac{+6300}{-6200}$	$\frac{+7600}{-7400}$	$\frac{+8700}{-6300}$	-0.72	512	680		120	52.5	+1100	-6200	-5100		1.46	142	35.9	1.9

Bestimmt man die Spannungen anstatt aus den Verordnungs-lasten aus dem früher beschriebenen Lastzug mit drei Achtkupplern, so kann hieraus allein für ein ganzes Netz von Bahnen ein Mehraufwand von 16% und im Zusammenhang mit der neuen Dimensionirung von 20% resultiren. Lässt man aber von den drei Achtkupplern Einen weg, so beträgt der Mehraufwand circa 10%. Dass dann hie und da bei manchen solchen Brücken noch grössere Inanspruchnahmen vorkommen würden, hat aber bekanntlich keinen Einfluss auf den Sicherheits-Coëfficienten für unzählig oftmalige Beanspruchung, welcher somit 2·8 bliebe. Wollte man aber alle Mehrkosten vermeiden, so müsste auch noch der Sicherheits-Coëfficient auf 2·5 herabgesetzt werden, was sich jedoch, namentlich wenn wir uns der Verheerungen bewusst bleiben, welche der Rost an den Brücken verursacht, höchstens für Materiale erster Classe, wie es die steierisch-kärntnerischen in der Regel sind, empfehlen dürfte. Für die Brücken von Localbahnen, gewissermassen ersten Ranges, wie ich sie hier beschrieben habe, würde ich mir erlauben, einen Lastenzug mit einem Sechskuppler und den Sicherheits-Coëfficienten 2·5 in Vorschlag zu bringen. Diese Brücken würden dadurch für ein ganzes Netz von Localbahnen dieser Art um 10% billiger werden, als sie nach der bisherigen Berechnungsart wurden, welche auf der Verordnungs-last und einer

grössten Inanspruchnahme des Eisens von 900<sup>kg</sup> per Quadrat-Centimeter fussten. Die Dimensionen-Berechnung ist nach Weyrauch einfach, klar und mit einem geringen Mehraufwand an Zeit verbunden, dabei empfiehlt sich für Fachwerksträger die graphische Rechnung vor der analytischen.

Wenn nun trotz alles Gesagten die Brücken der Linie Tarvis-Pontafel, wie die Tabelle VIII zeigt, doch nicht schwer geworden sind, so ist dies dem Umstande zu danken, dass die Träger verhältnissmässig hoch und, wo es nur anging, mit krummem Obergurte construiert wurden, so dass hierdurch der anders sich ergebende Mehrbedarf oft wieder ganz entfiel. Ich füge dieser Bemerkung über krumme Gurte bei, dass das Gesetz der Krümmung ziemlich unwesentlich ist. Bei einem Träger von 46<sup>m</sup> Stützweite (der Mürzbrücke auf Mürzzuschlag-Neuberg) z. B. war die Differenz der verschiedenen Formen unter sich nur 4% des Gewichtes der Tragconstruction, während sie gegenüber einem Parallelträger 19% betrug. Ich erkenne jedoch nur darin einen ökonomischen Vortheil, entweder den oberen oder den unteren Gurt krumm anzulegen und glaube, dass die Krümmung beider Gurten, wie wir sie unter Anderem in neuester Zeit bei der Memelbrücke in Tilsit finden, die Ausführung unnöthig complicirt.

**Tabelle VIII.**  
Eiserner Ueberbau der Brücken.

Post-Nr.	Name der Brücke	Lichtweite der Construction in Metern		Art der Construction	Verhältnis der Trägerhöhe in der Mitte zu L	Winkel der Wider- lager zur Constructiionsaxe	Richtung der Bahnaxe	Gesetzliche Ver- kehrslast pr. lauf. Met. Geleise in Kilogr.	Dem Probengr. äquiva- lente, gleichförmig ver- theilte Verkehrslast p. l. M. Geleise in Kilogramm	Verhältnis der ela- stischen Einsenkung zu L	Schmiedeeisen- gewicht		Gusseisen- gewicht	Stahlgewicht	Bleigewicht	Kosten der Eisenconstruction in Gulden ö. W.		
		Kilogramm	Sitzweite L der Construction in Metern								Gesamt- gewicht pro Meter L	Kilogramm					im Ganzen	Kilogramm
A. Fahrbahn „oben“.																		
1	Durchlass .....	2·00	2·30	Blechträger	$\frac{1}{9\cdot2}$	90°	Rad. = 250	14·500	10·435	$\frac{1}{15\cdot33}$	605	263	86	—	—	150		
2	" .....	2·31	2·90	"	$\frac{1}{8\cdot5}$	60°	"	13·500	8·276	$\frac{1}{19\cdot33}$	894	308	166	—	—	229		
3	" .....	3·00	3·36	"	$\frac{1}{9\cdot8}$	90°	"	12·733	7·974	$\frac{1}{19\cdot20}$	1.154	343	170	—	—	302		
4	" .....	3·14	3·63	"	$\frac{1}{10}$	73° 30'	Gerade	12·283	8·287	$\frac{1}{10\cdot72}$	1.271	350	166	—	—	314		
5	" .....	4·00	4·41	"	$\frac{1}{9\cdot8}$	90°	Rad. = 250	10·983	8·463	$\frac{1}{19\cdot60}$	1.704	386	166	—	—	414		
6	" .....	4·91	5·46	"	$\frac{1}{10}$	60°	{ Uebergangs- curve Rad = 300 }	9·847	8·022	$\frac{1}{15\cdot60}$	2.504	459	180	—	—	598		
7	" .....	5·00	5·46	"	$\frac{1}{10}$	90°	Rad. = 300	9·847	8·022	$\frac{1}{21\cdot84}$	2.477	454	183	—	—	592		
8	" .....	8·00	8·60	"	$\frac{1}{10\cdot1}$	90°	"	8·800	6·248	$\frac{1}{19\cdot11}$	4.683	545	222	—	—	1.103		
9	Durchlass für d. Breitabach	9·00	9·72	"	$\frac{1}{10\cdot2}$	90°	Rad. = 400	8·426	5·733	—	5.644	581	246	—	—	1.325		
10	Brücke über d. Reichsstrasse und den Fella-Fluss .....	9·75	11·95	"	$\frac{1}{12\cdot1}$	38°	Gerade	7·683	5·040	$\frac{1}{19\cdot92}$	7.488	627	122	—	—	1.848		
		34·04	36·66	Parallelträger	$\frac{1}{8\cdot2}$		{ Uebergangs- curve Rad = 300 }	4·000	3·996	$\frac{1}{17\cdot45}$	56.975	1554	2529	57	492	14.048		
		27·69	30·32		$\frac{1}{9\cdot9}$		Rad. = 300	4·000	4·232	$\frac{1}{20\cdot20}$	40.681	1342	2529	57	492	10.025		
B. Fahrbahn „versenkt“.																		
11	Durchlass .....	2·00	2·30	Kastenträger	$\frac{1}{9\cdot2}$	90°	Gerade	14·500	10·435	$\frac{1}{18\cdot40}$	688	299	180	—	—	183		
12	" .....	2·50	2·90	"	$\frac{1}{9\cdot7}$	90°	Rad. = 300	13·500	8·276	$\frac{1}{19\cdot33}$	1.437	496	252	—	—	364		
13	" .....	5·00	5·46	"	$\frac{1}{10\cdot1}$	90°	" = 600	9·847	8·022	$\frac{1}{18\cdot20}$	3.374	618	246	—	—	806		
14	Durchfahrt f. d. Reichsstrasse	6·93	7·87	Blechträger	$\frac{1}{10\cdot9}$	60°	" = 250	9·045	6·624	$\frac{1}{17\cdot50}$	5.982	760	180	—	—	1.394		
15	Durchlass f. d. Schwefelbach	8·00	8·60	"	$\frac{1}{11\cdot2}$	90°	" = 250	8·800	6·248	$\frac{1}{20\cdot23}$	6.411	746	222	—	—	1.499		
16	Durchlass f. d. Grandagraben	8·95	9·72	"	$\frac{1}{11\cdot6}$	60°	{ Uebergangs- curve Rad = 400 }	8·426	5·733	$\frac{1}{19\cdot44}$	7.755	798	246	—	—	1.808		
17	Durchlass .....	9·93	10·78	"	$\frac{1}{11\cdot1}$	60°	{ Uebergangs- curve Rad = 600 }	8·074	5·313	$\frac{1}{17\cdot97}$	8.922	828	246	—	—	2.076		
C. Fahrbahn „unten“.																		
18	Durchlass .....	9·93	10·80	"	$\frac{1}{10}$	60°	{ Uebergangs- curve Rad = 300 }	8·067	5·309	$\frac{1}{21\cdot60}$	11.749	1088	246	—	—	2.723		
19	Durchlass für d. Rankgraben	12·00	12·81	"	$\frac{1}{10}$	90°	Rad. = 500	7·397	4·850	$\frac{1}{23\cdot29}$	13.688	1069	246	—	—	3.166		
20	Durchlass f. d. Granudabach	14·90	16·10	Halbparabelträger	$\frac{1}{7}$	60°	" = 250	6·300	4·608	$\frac{1}{23\cdot00}$	17.812	1106	274	—	—	4.271		
21	Durchlass f. d. Bartolobach	15·91	16·80	" (Trägerhöhe am Auf- lager 0·6m)	$\frac{1}{7}$	64°	{ Uebergangs- curve Rad = 300 }	6·067	4·610	$\frac{1}{24\cdot00}$	18.835	1121	274	—	—	4.514		
22	Durchlass für den Vogelbach	17·26	18·90	Halbparabelträger	$\frac{1}{7}$	90°	Rad. = 250	5·367	4·617	$\frac{1}{27\cdot00}$	22.029	1166	327	—	—	5.280		
23	Brücke über den Fella-Fluss	20·00	21·00	"	$\frac{1}{7}$	90°	Gerade	4·900	4·633	$\frac{1}{23\cdot33}$	24.728	1178	327	—	—	5.595		
Brücke für zwei Geleise.																		
24	Grenzbrücke bei Pontafel..	33·28	35·00	Schweidlerträger	$\frac{1}{6}$	90°	Gerade	4·000	4·180	$\frac{1}{29\cdot17}$	107.360	3067	5286	1070	1012	26.801		
Anmerkung.																		
In den Gesamtgewichten von Schmiedeeisen sind bei d. Brücken mit „oben“ liegender Fahrbahn und „versenkter“ Fahrbahn die Geländer nicht, bei den Brücken mit „unten“ liegender Fahrbahn dagegen die Geländer auf der Tragconstruction enthalten.																		
Die schmiedeeisernen Ueberhöhungsstühle und die Schwellenbefestigungsschrauben sind bei allen Brücken in das Gesamtgewicht von Schmiedeeisen eingerechnet.																		
Nach den gleichen Grundsätzen projectirte Brücken ergaben .....																		
		60·00	61·6	Halbparabelträger die Trägerhöhe am Auflager ist 3·0m	$\frac{1}{6\cdot3}$	90°	Gerade	4·000	5·050		129.472	2102	7423	1170	2132	—		
		88·00	90·0		$\frac{1}{6\cdot8}$	90°		4·000	4·340		244.138	2718	7423	1170	2132	—		

Die Blechbrücken der Linie Tarvis-Pontafel sind nach den Typen der Bauunternehmung Carl Freiherr von Schwarz nach Vornahme kleiner Aenderungen entworfen worden; vier Halbparabelträger von 16 bis 21<sup>m</sup> Stützweite gleichen ganz den Trägern der bekannten Politzbrücke der Linie Kriegsdorf-Römerstadt. Die Grenzbrücke ist ein Schwedler-Träger für zwei Geleise; die grosse Fellabrücke ein Parallelträger mit Fahrbahn „oben“. Die Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges in den Bögen wurde mittelst schmiedeiserner Untersätze (Blatt Nr. 15) bewirkt.

Die Brücken sind von J. Körösi gegen Pauschalsummen ausgeführt worden, welche einem Durchschnittspreis (für Schmiedeeisen, Gusseisen, Stahl und Blei) von 23 fl. 10 kr. per 100<sup>kg</sup> entsprechen. Auch hier ist in diesem Preise die Bezahlung für das Montierungsgerüst und den Anstrich inbegriffen. Die Ausführung ist musterhaft.

Die eisernen Geländer auf den kleinen und grossen Brücken und Stützmauern dieser Linie kosten 8500 fl.

Die Geleise bestehen aus Stahlschienen von 30<sup>1</sup>/<sub>2</sub> <sup>kg</sup> Gewicht per Meter Schiene; die Schwellen sind aus Lärchenholz und nicht

**Tabelle IX.**  
Stations-Anlagen.

Gegenstand	Station Alt-Tarvis		Station Tarvis		Haltstelle Ob.-Tarvis		Station Saifnitz		Station Uggowitz		Haltstelle Malborghet		Station Lussnitz- Malborghet		Bahnhof Pontafel	
	Flä- che	Kosten	Flä- che	Kosten	Flä- che	Kosten	Flä- che	Kosten	Flä- che	Kosten	Flä- che	Kosten	Flä- che	Kosten	Flä- che	Kosten
	Quadr. Meter	fl.	Quadr. Meter	fl.	Quadr. Meter	fl.	Quadr. Meter	fl.	Quadr. Meter	fl.	Quadr. Meter	fl.	Quadr. Meter	fl.	Quadr. Meter	fl.
Entfernung von Mitte zu Mitte der Auf- nahmsgebäude in Kilometern .....		0.9		1.91		3.44		5.58		2.69		3.83		7.06		
Anzahl der Nebengeleise .....	5		5		—		2		3		—		2		9	
Gesamtlänge derselben in Metern .....	1493		2740		—		980		1350		—		480		5660	
Adaptirung der Aufnahmsgebäude .....	—	—	—	1.500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Aufnahmsgebäude .....	—	—	—	—	90	7220	96	7.110	96	7.583	—	—	96	7.776	877	144.310
Veranda .....	—	—	486	13.800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	923	22.517
Nebengebäude für Abort etc., unter der Veranda .....	—	—	—	2.400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64	5.800
Restaurationsgebäude .....	—	—	545	79.900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Beamten-Wohngebäude 2 Stock hoch ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	504	53.034
Diener-Wohngebäude .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.600
Doppeltes Wächterhaus mit Magazin und Nebengebäuden .....	—	—	—	—	—	—	—	—	3.046	—	—	—	—	—	91	3.216
Doppeltes Wächterhaus, 1 Stock hoch ..	—	—	105	7.870	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Einf. Wächterhaus sammt Nebengebäude ..	—	—	—	—	—	39	1.500 1.443	39	1.510	—	2761	39	1.311 1.393	—	—	—
Güterschuppen .....	—	—	132	3.700	—	—	48	914	48	1.005	—	—	48	1.058	96	2.400
Kanonenschanze .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1305	4.000
Zollmagazin .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	768	21.638
Verladerampe .....	—	—	765	1.500 2.200	—	—	76	970	76	857	—	—	76	600	—	2.200
Brückenwage .....	—	—	—	1.540	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.700
Freistehender Abort .....	—	—	—	—	—	11	453	11	509	—	—	11	411	—	—	450
Hausbrunnen .....	—	—	—	—	450	—	375	—	450	—	200	—	342	—	—	450
Wasserstationsgebäude .....	—	—	—	—	—	—	—	36	3.049	—	—	—	—	—	—	—
Wasserstationsbrunnen .....	—	—	—	—	—	—	—	—	905	—	—	—	—	—	—	—
Spritzenmagazin .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.002
Locomotivremise, sechsständig .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	576	21.638
Wagenremise .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	162	3.300
Grube für Asche und Werg .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	180
Entleerungsgrube mit Krahnfundirung ..	—	—	—	1.128 1.137	—	—	—	—	1.060	—	—	—	—	—	—	1.250 1.250
Feldreservoir .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.800
Kohlenschuppen .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	367	7.336
Kanäle .....	—	—	5.224	—	298	—	245	—	285	—	—	—	300	—	—	4.380
Kehrichtgrube .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150 150 150
Ladeschablone .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	120
<b>Zusammen .....</b>	—	—	—	121.899	—	7968	—	13.010	—	19.148	—	2961	—	13.191	—	316.271

fl. 494.448

Wächterhäuser der currenten Strecke sammt Nebengebäude und Brunnen, 12 Stück = fl. 27.252.

imprägnirt. Die Kosten des currenten Oberbaues einschliesslich des Bahnschotters, einer vierwöchentlichen Erhaltung und einiger Reserve-Materialien betragen per Meter Geleise 13½ fl.

Die Stationspläne sind auf Blatt Nr. 17 charakterisirt; die Entfernung der Geleisemittel ist in den Stationen 4-75, in dem kurzen Stück zweigeleisiger Bahn 3-6<sup>m</sup>. Die Weichen sind auf

Unterzugsblechen und Querschwellen gelagert; in Pontafel ist eine Balancier-Drehscheibe ausgeführt.

Die Hochbauten sind durch die Tabelle IX und die Tafel Blatt Nr. 17 veranschaulicht.

Die Ausrüstung der Hochbauten, der Bahn-Abschluss und die Signalmittel entsprechen den Anforde-

**Tabelle X.**  
**Einheits-Preise.**

Gegenstand	Maass- gattung	Einheits- preis		Gegenstand	Maass- gattung	Einheits- preis	
		fl.	kr.			fl.	kr.
Unterbau - Arbeiten.							
Erd- und Felsaushub sammt Transport .....	Kubikm.	—	57	Pflasterungen, trocken 0-2 <sup>m</sup> stark .....	Quadratm.	—	72
Baggerungen bis 2-0 <sup>m</sup> unter Wasser bei Uferschutzbauten .....	"	2	94	" " 0-2 <sup>m</sup> bis 0-6 <sup>m</sup> stark .....	Kubikm.	3	36
" bei Objecten .....	"	2	94	" in Mörtel 0-2 <sup>m</sup> stark .....	Quadratm.	1	40
Herstellung von Sickerungen sammt Ausbau mit Steinen .....	Meter	—	37	" " 0-2 <sup>m</sup> bis 0-6 <sup>m</sup> stark .....	Kubikm.	6	33
Aushub der Entwässerungsschlitze bis 2-5 <sup>m</sup> Tiefe .....	Kubikm.	—	60	Fundamentmauerwerk .....	"	5	20
" " " v. 2-5 bis 5-0 <sup>m</sup> Tiefe .....	"	—	86	Béton mit hydraulischem Kalk .....	"	8	44
" " " über 5-0 <sup>m</sup> Tiefe .....	"	1	19	" " Portland-Cement .....	"	15	80
Herstellung von Entwässerungstollen .....	Meter	8	94	Bruchsteinmauerwerk in mag. oder hydraul. Mörtel .....	"	6	30
" " Entwässerungsschächten .....	"	22	35	Schichten " " " " " " .....	"	17	74
Für Ausschlichtung mit Bruchsteinen .....	Kubikm.	2	15	Dohlendeckel- und Fundament-Quadermauerwerk .....	"	23	92
Für Ausbau mit Klaubsteinen, reinem Geschiebe .....	"	—	99	Quadermauerwerk .....	"	8	41
Lieferung und Einlegen von Drainage-Röhren .....	Meter	—	22	Gewölbmauerwerk aus unregelmässigen Bruchsteinen .....	"	8	50
Für Wiedergewinnung von deponirtem Materiale sammt Transport .....	Kubikm.	—	35	" " behauenen Steinen .....	"	19	24
Planiren u. Besämen u. Abdeckung von Steindämmen .....	Kilometer	727	22	" " Quader .....	"	81	32
Herstellung von Strassen-Grundbau .....	Kubikm.	1	35	Holzconstruction aus weichem Holz .....	"	17	88
" " " -Beschotterung .....	"	—	82	" " Lärchenholz .....	"	23	47
Beistellung von Reserveschotter .....	Stück	1	12	Spundwände 0-2 bis 0-3 <sup>m</sup> stark aus weichem Holz .....	Quadratm.	9	31
Radabweiser aus Haustein .....	Kubikm.	2	20	Lieferung v. Piloten aus weich. Holz, im Mittel 0-3 <sup>m</sup> stark .....	Meter	—	97
Steinwürfe .....	"	—	63	Einrammen der Piloten .....	"	1	71
" aus Einschnittsmateriale .....	"	1	12	Brückenhölzer scharfkantig bearbeitet aus Lärchenholz .....	Kubikm.	22	80
Steinsätze .....	"	2	02	Brückenbedielungen aus Lärchenholz 0-05 <sup>m</sup> stark .....	Quadratm.	2	05
" aus Einschnittsmateriale .....	"	—	34	" " " 0-08 <sup>m</sup> " .....	"	2	38
Flechtwerke 0-15 <sup>m</sup> hoch .....	Meter	—	13	Für Erschwerisse bei Fundirung der Brücken unter 20 <sup>m</sup> Lichtweite .....	Pauschale	14240	50
" 0-30 <sup>m</sup> " .....	"	—	22	Für Erschwerisse bei Fundirung der Brücken von 20 <sup>m</sup> Lichtweite und darüber .....			
" 0-60 <sup>m</sup> " .....	"	—	37	Für Gerüstungen bei gewölbt. Objecten bis 2-0 <sup>m</sup> Spann. .....	Meter	1	49
Heckenpflanzungen aus Laubholzgesträuchen .....	"	—	15	" " " " " von 2 bis 4 <sup>m</sup> " .....	"	3	43
" mit Nadelholz-Schösslingen .....	"	—	16	" " " " " 4 " 6 <sup>m</sup> " .....	"	7	08
Obst- und Zierbäume .....	Stück	1	60	" " " " " 6 " 8 <sup>m</sup> " .....	"	14	90
Fundamentaushub bei Objecten .....	Kubikm.	—	87	" " " " " 8 " 10 <sup>m</sup> " .....	"	26	07
Trockenmauerwerk aus Bruchstein .....	"	3	07	Strassengeländer .....	"	1	19

**Oberbau - Arbeiten.**

Lieferung und Einbringung von Bahnschotter .....	Kubikm.	—	82	Für Mehrarbeiten beim Einlegen von Dilatationsvorrichtungen .....	Gruppe	11	17
" von Reserveschotter .....	"	—	63	Für Mehrarbeiten bei Geleisedurchschneidungen .....	Stück	11	17
Legen der Geleise auf der currenten Strecke und in den Stationen .....	Meter	—	60	Wegübergang im Niveau der Bahn .....	"	11	17
Für Geleiseabschlüsse sammt Erdprisma .....	Stück	5	21	Abrichten und Legen der Sicherheitsschwellen .....	"	2	23
Für Mehrarbeit bei Einlegen der Weichen sammt Kreuzung .....	"	18	62				

**Abschluss und Distanzierung der Bahn.**

Leichte Einfriedung .....	Meter	—	24	Einfügelige Drehthore von 5-0 <sup>m</sup> Lichtweite .....	Stück	44	70
Schwere " .....	"	—	28	Zwei " " " 8-0 <sup>m</sup> " .....	"	89	40
Verdichtete " mit Schwartlingen .....	"	—	52	Neigungszeiger complet .....	"	11	19
Gehobelte Staketen-Einfriedung .....	"	1	86	Warnungstafeln .....	"	13	19
Gehthüren, verdichtet .....	Stück	2	98	Zehntel-Kilometersteine .....	"	1	30
" mit Staketen .....	"	7	45	Kilometersteine .....	"	4	47
Stationszufahrtsthore mit Gehthüre .....	"	55	87	Grenzsteine ohne Versetzen .....	"	—	78

rungen einer Hauptbahn. Ich hebe hier nur hervor, dass die Anrainer betreffs der Einfriedungen unerhörte Forderungen stellten, deren Ergebniss nun ist, dass die Summe der ausgeführten Einfriedungen die 1½fache Bahnlänge übersteigt! Die Anzahl der Niveau-Uebergänge ist 1⅓ Stück per Kilometer Bahn. Diese Uebergänge sind nahezu alle durch Schlagbäume, zwei Stück aber sind mit dichten Drehtoren verschliessbar gemacht. In drei Fällen, wo die Schlagbäume durch Drahtzug gehandhabt werden, ist bei denselben ein automatisches Läutewerk angebracht worden. Die Kosten eines Paares zusammengehöriger Handschranken sind sammt Warnungstafeln, der Aufstellung und ersten Erhaltung 100 fl., die eines Paares Zugschranken 260 fl. und 15 kr. per Meter Zugleitung; ein Läutewerk kostet 30 fl.

Schneeschutz-Vorkehrungen waren nicht erforderlich.

Die Stationen haben elektrische Deckungssignale mit Controlwerken; die Wächterstationen haben elektrische Glockenapparate. Alle genannten Gegenstände sind nach den Typen der k. k. Direction für Staats-Eisenbahnbauten; die Fahrbetriebsmittel sind nach den Typen der k. k. priv. Kronprinz Rudolfbahn hergestellt worden.

Der Betrieb wird durch die Rudolfbahn geführt (Vertrag: „Centralblatt“ Nr. 35 ex 1879), welche Bahn bekanntlich inzwischen selbst in den Staatsbetrieb übergegangen ist. Der Bau der Bahn erfolgte im Zeitraume vom Mai 1877 bis October 1879; am 1. November 1879 wurde die Bahn dem Betriebe übergeben.

Die Ausführung geschah um die in der Tabelle X verzeichneten durchschnittlichen Einheitspreise. Dabei war der durchschnittliche Lohn für Erdarbeiter und Handlanger bei Lohnarbeit circa 85 kr., bei Accorarbeit 1 fl., Maurer erhielten 1 fl. 35 kr. beziehungsweise 1 fl. 70 kr., Steinmetze 1 fl. 55 kr. beziehungsweise 1 fl. 65 kr. per Tag bezahlt.

Es kosten nun die Erweiterungs- und Umbauten in Tarvis und Alt-Tarvis — wohin der Maschinendienst verlegt wurde — ungefähr 274.000 fl., der Bahnhof Pontafel und die Strecke bis zur Reichsgrenze kostet 804.000 fl., wovon auf die Grundeinlösung und den Unterbau 222.000 fl., den Oberbau 146.000 fl. und den Hochbau und dessen Ausrüstung 344.000 fl. kommen. Die Bahn inzwischen aber, nebst ihren Stationen, kostet 2,245.000 fl., welcher Betrag sich per Kilometer wie folgt vertheilt:

Vorarbeiten und Bauleitung . . . . .	7.000
Grunderwerb . . . . .	14.600
Unterbau . . . . .	40.800
Oberbau sammt Beschotterung . . . . .	16.000
Hochbau . . . . .	3.500
Abschluss und Bahnausrüstung, Signale . . . . .	1.400
Fahrbetriebsmittel . . . . .	10.200
Betriebs-Vorauslagen . . . . .	1.200

Zusammen 94.700

Das Endergebniss, das sind 94.700 fl. Kosten per Kilometer Bahn, zeigt demnach, dass diese Bahn, wenn man von der zufälligen Nothwendigkeit absieht, mit ihr gleichzeitig Anlagen schaffen zu müssen, welche auf ein ganzes grosses Bahnnetz zu vertheilen kommen, ebenfalls billig ist.

## Gusseisernes Seilscheiben-Gerüste auf dem Neuschachte der Gegentrumm-Grube bei Rossitz.

Von

**Hugo Rittler,**

Berg- und Hüttenverwalter.

Die Verwendung von Eisen im Bergbaue zu eigentlichen Grubenzwecken, und selbst zur Herstellung von oberirdischen Objecten, für welche Eisenconstructions passend wären, hat sich bei uns in Oesterreich erst seit kurzer Zeit Eingang verschafft, was in Hinblick auf die hohen Eisenpreise und die verhältnissmässig geringen Holzpreise der früheren Jahre wohl begreiflich erscheint. Ein schärferer Calcül zeigt uns aber, dass die Anwendung von Eisen auch bei der Grubenzimmerung selbst bei billigen Holzpreisen vortheilhaft sein kann, wobei selbstverständlich locale Verhältnisse massgebend sein müssen. In den hiesigen Gruben haben wir an mehreren Localitäten Eisenzimmerung versucht, die sich gewiss in beiden Richtungen, nämlich was Dauer und relativen Kostenpunct anbelangt, ganz gut bewähren wird, worüber übrigens in nächster Zeit Bericht erstattet wird, und sollen nähere Mittheilungen hierüber demnächst erfolgen.

Es gibt aber beim Bergbaue Objecte, die gewöhnlich von Holz hergestellt werden, deren Construction aus Eisen jedoch unbedingt zu befürworten ist, selbst auch dann, wenn die Herstellungskosten im Vergleiche zur Holzconstruction bedeutend höher sind. Hierher rechne ich die Seilscheibengerüste für Förderschächte. Wiederholt hatten wir Gelegenheit, von Unglücksfällen zu lesen, die durch Feuersbrünste herbeigeführt wurden, welche den Schachtthurm sammt Seilscheibengerüsten zerstörten, in Folge dessen die Seilscheiben, Lager und Wellen, dann die schweren brennenden Balken in den Schacht stürzten und dort ganz unglaubliche Verheerungen anrichteten.

Im Jänner des Jahres 1872 hatten wir selbst auf einem unserer Förderschächte einen solchen Unglücksfall zu beklagen. Das Feuer brach um 2 Uhr Nachts, wahrscheinlich im Kesselhause, aus, ergriff ungeheuer rasch das Maschinenhaus und den Schachtthurm sammt Seilscheibengerüste, und äscherte diese Objecte, die von Holz hergestellt und ganz ausgetrocknet waren, so rapid ein, dass an eine Rettung gar nicht zu denken war. Die Seilscheiben sammt Zugehör, brennende Balken und ein Theil der Schrotzimmerung aus dem obersten Schachttheile, ein Seiltrumm mit der Förderschale stürzten in den Schacht hinab und verklemmten sich erst in der neunzigsten Klafter der Schachttiefe. Die Verheerung war schrecklich. Morgens sahen wir an Stelle des Schachtes eine Binge von 8—10 Klafter Durchmesser, in welche die zum Glück sehr soliden Fundamente der Kunstwinkel hinabgingen, und bei näherer Untersuchung zeigte es sich, dass die Zimmerung des Schachtes bis auf die ersten 90 Klafter wie weggefeigt war. Die Steigröhren standen zumeist frei in der Pumpen-Abtheilung, waren an einigen Stellen auch zertrümmert; die Pumpensätze fanden sich jedoch glücklicherweise nur unbedeutend beschädigt. Jeder Augenblick konnte den Einsturz des Schachtes herbeiführen, der ohne Zimmerung in stellenweise sehr brüchigem Gebirge dastand. Die Gewaltigung wurde rasch und in zweckentsprechendster Weise begonnen und Dank der Energie des dortigen Betriebsleiters Herrn H. Schöffel ohne Unfall und in verhältnissmässig sehr kurzer Zeit vollendet.





auf Bruchfestigkeit, 2. die Säulenstühle  $AB$  und  $CD$  sind auf Druck, respective auf Festigkeit gegen Zerknicken zu berechnen.

Die Kräfte, welche activ auftreten, sind die vertical wirkenden Belastungen und die Spannung des Förderseiles. Diese Kräfte geben eine schief gerichtete Resultirende und es müssen die Säulen des Stuhles  $AB$  mindestens so weit geneigt sein, dass die durch sie gelegte Ebene zu der Richtung der resultirenden Kraft parallel ist. Die beiden Hauptträger  $E$  und  $F$  haben in den Abständen  $a$  und  $a'$  (Fig. 1), in welchen die Seilscheiben liegen, wobei in  $a$  die beladene Schale im tiefsten Punkte des Schachtes, im Momente des Anhebens, in  $a'$  die zweite Schale in der Höhe des Tagkranzes gedacht wird, nachstehende Last zu tragen:

	In $a$	In $a'$
Seillast ( $379^m \text{ à } 4.35^{ks}$ ) = 33 Ctr. . . . .	2 Ctr.	
Förderschale mit Fangfallvorrichtung . . . . .	18 " . . . . .	18 "
2 Fördergefässe . . . . .	8 " . . . . .	8 "
Füllung . . . . .	24 " . . . . .	— "
Grösse der Spannung im		
Förderseile . . . . .	83 " . . . . .	28 "
1 Seilscheibe, Lager . . . . .	28 " . . . . .	28 "
2 Seilscheibenträger . . . . .	18 " . . . . .	18 "
	129 Ctr.	74 Ctr.

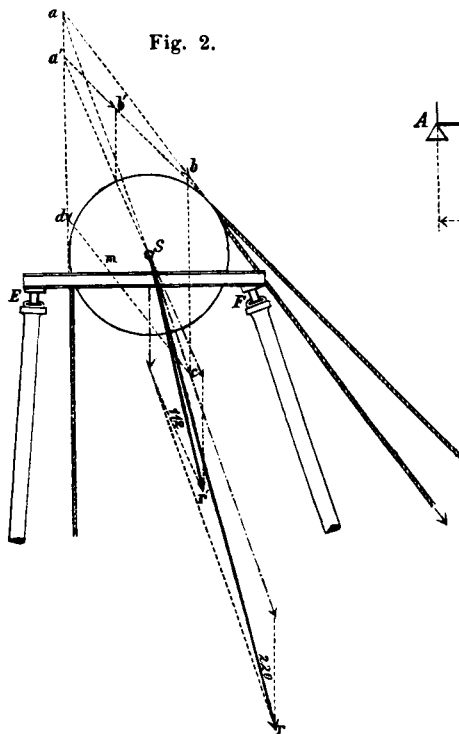


Fig. 2.

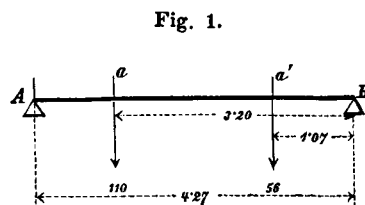


Fig. 1.

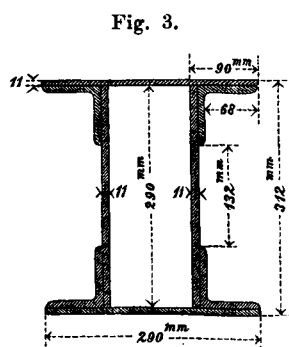


Fig. 3.

In der obenstehenden Fig. 2 wurde die Kräftezusammensetzung graphisch vorgenommen.  $ab$  ist die in der Richtung des Seiles (für den mittleren Aufwicklungsdurchmesser der Bobine) aufgetragene Seilspannung = 83 Ctr. Die Zusammensetzung mit der gleich grossen Spannung des aufgehenden Seiles gibt die Resultirende  $ac$ . Letztere, mit dem Gewicht der Seilscheibe und der Träger = 46 Ctr. vereinigt, liefert schliesslich die Mittelkraft  $sr$  = 220 Ctr. In ähnlicher Weise ergibt sich für die zweite Seilscheibe die Resultirende mit 112 Ctr. Diese beiden Drücke werden sich annähernd zu gleichen Theilen auf die beiden Hauptträger  $E$  und  $F$  vertheilen, so dass in den Punkten  $a$  und  $a'$  die Lasten von 110, respective von 56 Ctr. angreifen.

Unter dieser Voraussetzung wird das Biegemoment in  $a$  = 103.17 Met.-Ctr. Für den gewählten Querschnitt des Kasten-trägers (Fig. 3) wird das Trägheitsmoment  $J$  = 28559<sup>cm</sup>, daher die grösste Beanspruchung, welche bei obiger Belastung eintritt,

$K = \frac{10317 \times 15.6}{28559} = 5.63$  Ctr. per Quadrat-Centimeter, was einer reichlich zehnfachen Sicherheit gegen Bruch entspricht.

Es ist jedoch bei Berechnung dieses Trägerquerschnittes noch ein anderer, zwar sehr seltener, aber doch möglicher Fall in Betracht zu ziehen. Wenn die Schale im Schachte so stark verklemmt wird, dass die Zugkraft bis zum Zerreißen des Förderseiles wirkt, so werden die Hauptträger auch dieser Kraft zu widerstehen haben. Das hier in Verwendung stehende Bandseil trägt 70 Ctr. mit sechsfacher Sicherheit, so dass der Bruch des Seiles bei 420 Ctr. eintritt. Diese Seilspannung von 420 Ctr. gibt, mit der Last der einen Seilscheibe und der zwei Seilscheibenträger per 46 Ctr. vereinigt, eine Resultirende von 840 Ctr., mithin auf einen Träger in  $a$  wirkend 420 Ctr. Das grösste Moment in  $a$  beträgt alsdann 352 Met.-Ctr. und würde die Beanspruchung in diesem Falle im Träger 19.2 Ctr. per Quadrat-Centimeter erreichen, was noch einer circa 3 $\frac{1}{2}$ -fachen Sicherheit entspricht.

Der auf eine Säule des Stuhles ausgeübte grösste Druck ist durch die Auflage-Reaction des Trägers  $E$  in  $A$  (Fig. 1) gegeben und beträgt mit Vernachlässigung des Trägergewichtes 96.5 Ctr., respective 328.8 Ctr., wenn man in letzterem Falle wieder annimmt, dass durch eine Klemmung der Förderschale das Seil zum Zerreißen gebracht wird.

Die Säulen sind zur Aufnahme dieses Druckes mit 28.3<sup>cm</sup> äusserem und 20.4<sup>cm</sup> innerem Durchmesser, also 302<sup>cm</sup> Querschnittsfläche, sehr reichlich dimensionirt; es lag jedoch der Wunsch vor, das Gewicht des Gerüsts grösser zu wählen, um die Stabilität zu erhöhen und um die schweren Fundamentplatten und tiefen Fundamente zu ersparen. Zudem war das zur Disposition stehende Gussmaterial nicht von bester Qualität.

Zum Schlusse folgt eine Aufstellung der Kosten des hier beschriebenen Seilscheibengerüsts, worin jedoch die Bestandtheile für den Laufkran nicht mit einbezogen sind, da dieser zum Seilscheibengerüste nicht gehört.

Das gesammte Gewicht des Gerüsts stellt sich auf 530.67 Zoll-Ctr., und betragen die Gestehungskosten:

371.94 Zoll-Ctr. Gusseisen	à ö. W. fl. 6.50	= ö. W. fl. 2417.16
98.31 " " Schmiedeisen	à ö. W. fl. 8.00	= ö. W. fl. 786.48
60.42 " " Träger	à ö. W. fl. 12.00	= ö. W. fl. 725.04
		ö. W. fl. 3928.68
	Hiezu Montirungskosten ö. W. fl.	205.84
		ö. W. fl. 4134.52

Die Gesamtkosten der Eisenconstruction inclusive Montage nach den damaligen Einheitspreisen (gegen Ende 1874) betragen somit ö. W. fl. 4134.52

Nach den heutigen Preisansätzen für Guss- und Schmied-eisen würden sich die Kosten des Seilscheibengerüsts sammt Montage auf nicht ganz ö. W. fl. 3600 stellen. Das beschriebene Seilgerüste ist sechs volle Jahre im Betriebe und hat sich, trotz der sehr starken Inanspruchnahme bei den Abteufarbeiten des Schachtes, in jeder Beziehung als vollkommen entsprechend und widerstandsfähig bewährt.

# Beitrag zur Berechnung der elastischen Bogenträger mit Kämpfergelenken.

Von

Professor **J. E. BriK.**

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 19.)

Bei Berechnung von Bogenträgern ist es eine der ersten Aufgaben, die Kämpfer-Reactionen zu ermitteln.

In der folgenden Mittheilung wollen wir einen zu diesem Ziele führenden Weg betreten, auf dem die Lösung dieser Aufgabe in ziemlich einfacher Weise erreicht werden kann.

Die zur Anwendung gelangende Methode der Berechnung ist eine analytisch-graphische; die erreichbare Genauigkeit der so gefundenen Resultate ist bedeutend und den praktischen Verhältnissen vollkommen entsprechend.

Wir legen unseren Untersuchungen die für die Berechnung von Bogenbrücken üblichen Annahmen zu Grunde, indem wir festsetzen:

Die Bogenachse, d. i. die Verbindungslinie der Querschnitts-Schwerpunkte des Trägers ist eine Curve einfacher Krümmung, die Träger-Querschnitte haben eine verticale Symmetrie-Achse, so dass die Trägerebene vertical ist. Weiters wird vorausgesetzt, dass die Bogenachse gegen die Scheitelverticale symmetrisch gestaltet sei und die Querschnitts-Dimensionen des Trägers im Verhältnisse zu den Krümmungsradien der Bogenachse so klein seien, dass die vereinfachten — für Brücken-Bogenträger gebräuchlichen — Ausdrücke Anwendung finden können.

Die Belastung werde ausgeübt von verticalen, in der Bogenebene wirkenden Lasten.

## I. Analytische Bestimmung des „Horizontalschubes“.

Unter Grundlage eines rechtwinkligen Coordinaten-Systems, dessen Ursprung im linken Kämpfergelenke A (Fig. 1, Blatt 19), angenommen ist, fällt die horizontale Abscissenachse mit der Bogensehne zusammen, und es seien:

$x, y$  die Coordinaten eines Punktes der Bogenachse,

$\alpha$  der Winkel der Tangente an die Bogenachse in  $xy$  mit der Horizontalen,

$\alpha_0$  der Tangentenwinkel für den Bogenanfang,

$s$  die Länge der Bogenachse zwischen den Abscissen  $x=0$  und  $x=x$ ,

$l$  die Länge der Bogensehne, gleich der Stützweite,

$f$  die Pfeilhöhe,

$F$  die Querschnittsfläche,

$J$  das Trägheitsmoment der Querschnittsfläche in Bezug auf deren horizontale Schwerpunktsachse, und

$E$  der constante Elasticitätsmodul des Trägermaterials.

Unter Einwirkung der Belastung oder in Folge von Temperatureinflüssen treten Formveränderungen der Bogenachse auf; die räumliche Lage der einzelnen Punkte der Bogenachse erscheint hierdurch gegen die ursprüngliche Lage im Allgemeinen verschoben.

Wenn die Verrückungen, welche der Punkt  $xy$  im horizontalen und verticalen Sinne erleidet, mit  $\Delta x$  und  $\Delta y$ , die Längenveränderung des Bogenelementes  $ds$  mit  $\Delta ds$  und der Verdrehungswinkel der Querschnittsebene mit  $\Delta \alpha$  bezeichnet werden, so ist nach den Lehren der Elasticität und Festigkeit\*):

\*) Siehe Winkler's „Lehre von der Elasticität und Festigkeit“,

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= -\int \Delta \alpha \cdot dy + \int \frac{\Delta ds}{ds} dx \\ \Delta y &= \int \Delta \alpha \cdot dx + \int \frac{\Delta ds}{ds} dy \end{aligned} \right\} \dots 1),$$

oder

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= -y \cdot \Delta \alpha + \int y \cdot d\Delta \alpha + \int \frac{\Delta ds}{ds} dx \\ \Delta y &= x \cdot \Delta \alpha - \int x \cdot d\Delta \alpha + \int \frac{\Delta ds}{ds} dy \end{aligned} \right\} \dots 2).$$

Ist nun

$M_x$  das statische Moment der äusseren Kräfte in Bezug auf  $(xy)$ ,

$N_x$  die normal zum Querschnitte  $(xy)$  wirkende Axialkraft, so ist

$$\Delta \alpha = \int \frac{M_x}{EJ} ds \dots 3),$$

$$\frac{\Delta ds}{ds} = -\frac{N_x}{EF} \dots 4).$$

Mit Einführung dieser Werthe und unter Beachtung der Grenzen  $x=0$  und  $x=x$ , folgt aus 2):

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= -y \left( \Delta \alpha_0 + \frac{1}{E} \int_0^x \frac{M_x}{J} ds \right) + \\ &+ \frac{1}{E} \int_0^x y \frac{M_x}{J} ds - \frac{1}{E} \int_0^x \frac{N_x}{F} dx, \\ \Delta y &= x \left( \Delta \alpha_0 + \frac{1}{E} \int_0^x \frac{M_x}{J} ds \right) - \\ &- \frac{1}{E} \int_0^x \frac{x M_x}{J} ds - \frac{1}{E} \int_0^x \frac{N_x}{F} dy \end{aligned} \right\} \dots 5).$$

Für unnachgiebig vorausgesetzte Widerlager ist für  $x=l, y=0$  und  $\Delta l=0$ ;

daher aus der ersten der Gleichung 5):

$$0 = \int_0^l \frac{M_x}{J} y ds - \int_0^l \frac{N_x}{F} dx \dots 6).$$

Nehmen wir an, dass der Träger mit den Einzellasten  $P_1, P_2, P_3 \dots P_n$ , welche von der Ordinatenachse um  $a_1, a_2, a_3 \dots$  entfernt liegen, belastet sei, und nennen wir die verticale und horizontale Componente des linken Kämpferdruckes  $V$ , beziehungsweise  $H$ , so ist:

$$M_x = V_x - \sum_0^x P(x-a) - Hy;$$

da nun

$$V = \frac{1}{l} \sum_0^l P(l-a)$$

ist, so folgt:

$$M_x = \frac{x}{l} \sum_0^l P(l-a) - \sum_0^x P(x-a) - Hy \dots 7).$$

Die beiden ersten Glieder drücken das Moment der äusseren Kräfte für den Querschnitt  $x$  eines auf zwei Stützen frei aufliegenden Balkenträgers gleicher Stützweite und Belastung mit jener des Bogenträgers aus; wir setzen daher:

$$\frac{x}{l} \sum_0^l P(l-a) - \sum_0^x P(x-a) = M_x \dots 8)$$



$$\int \frac{\cos \alpha}{F} dx = \int \frac{y''' dx}{F} = \int \frac{d\omega}{F},$$

wo  $d\omega = y''' dx$  gesetzt erscheint.

Bei angemessener Theilung der so entstandenen Flächen durch verticale Theilungsgerade in schmale Lamellen, kann für  $d\mu \dots \Delta\mu$ , für  $d\omega \dots \Delta\omega$  eingeführt werden, und man erhält:

$$\int_0^1 \frac{V_x \sin \alpha}{F} dx = \int_0^1 \frac{d\mu}{F} = \sum_0^1 \frac{\Delta\mu}{F} \dots 15),$$

$$\int_0^1 \frac{\cos \alpha}{F} dx = \int_0^1 \frac{d\omega}{F} = \sum_0^1 \frac{\Delta\omega}{F} \dots 16),$$

welche Werthe leicht berechnet werden können.

In ähnlicher Weise, wie die reciproken Werthe der Trägheitsmomente dargestellt wurden, können auch die reciproken Werthe der Querschnittsflächen  $F$  verzeichnet und aus dieser Darstellung entnommen werden.

Mit Einführung der Werthe 13, 14, 15 und 16 in Gleichung 12) ergibt sich:

$$H = \frac{\sum_0^1 \frac{y' \Delta \varphi}{J} - \sum_0^1 \frac{\Delta \mu}{F}}{\sum_0^1 \frac{y' \Delta \phi}{J} + \sum_0^1 \frac{\Delta \omega}{F}} \dots 17).$$

Bei symmetrisch geformten Bogen ist

$$H = \frac{\frac{1}{2} \sum_0^1 \frac{y' \Delta \varphi}{J} - \sum_0^1 \frac{\Delta \mu}{F}}{\sum_0^{\frac{1}{2}} \frac{y' \Delta \phi}{J} + \sum_0^{\frac{1}{2}} \frac{\Delta \omega}{F}} \dots 18),$$

und für constante Querschnitte des Bogens:

$$H = \frac{\frac{1}{2} \sum_0^1 y' \Delta \varphi - \frac{J}{F} \sum_0^1 \Delta \mu}{\sum_0^{\frac{1}{2}} y' \Delta \phi + \frac{J}{F} \sum_0^{\frac{1}{2}} \Delta \omega} \dots 19).$$

Der Vorgang bei der Berechnung des Horizontalschubes ist nun der folgende:

1. Verzeichnung der Curven  $y'$ ,  $y''$  und  $y'''$ ;
2. Darstellung der Curven der reciproken Trägheitsmomente und der reciproken Querschnittsflächen;
3. Eintheilung der Momentenflächen, der Bogen-Segmentfläche und der Flächen  $\mu$  und  $\omega$  in verticale Lamellen;
4. Berechnung der  $\Delta\varphi$  und  $\Delta\phi$ , Bildung der Werthe

$$\frac{y' \Delta \varphi}{J} \text{ und } \frac{y' \Delta \phi}{J} \text{ und der } \sum_0^1 \frac{y' \Delta \varphi}{J} \text{ und } \sum_0^{\frac{1}{2}} \frac{y' \Delta \phi}{J};$$

5. Berechnung der  $\Delta\mu$  und  $\Delta\omega$ , Bildung der Werthe  $\frac{\Delta\mu}{F}$

$$\text{und } \frac{\Delta\omega}{F}, \text{ der } \sum_0^1 \frac{\Delta\mu}{F} \text{ und } \sum_0^{\frac{1}{2}} \frac{\Delta\omega}{F};$$

6. Einführung der ermittelten Werthe in Gleichung 18), beziehungsweise 19).

### III. Die „Horizontaldruck-Curve“.

Wenn für eine längs des Bogens fortschreitende Einzelast für jede Lage derselben der durch dieselbe hervorgerufene Horizontaldruck über dem Lastorte als Ordinate aufgetragen wird, so entsteht eine Curve, die wir für die Lastgrösse = 1 Tonne die „Horizontaldruck-Curve“ nennen wollen. Fig. 4, Blatt 19.

Mittelst dieser Curve ist der Horizontaldruck für jede vorkommende Belastung leicht bestimmbar.

Befindet sich eine Einzellast  $P$  im Abstände  $a$  von der linken Kämpferverticalen, und ist  $\mathfrak{H}_a$  die Ordinate der Horizontaldruck-Curve in  $a$ , so ist offenbar

$$H = P \cdot \mathfrak{H}_a \dots 20).$$

Für ein Lastensystem  $P_1, P_2, P_3 \dots$  ist dann analog:

$$H = P_1 \mathfrak{H}_a + P_2 \mathfrak{H}_a + \dots = \Sigma P \cdot \mathfrak{H}_a \dots 21).$$

Ist eine gleichmässige Belastung  $q$  per horizontale Längeneinheit zwischen den Abscissen  $x = \xi_1$  und  $x = \xi_2$  vorhanden, so tritt an Stelle der Einzellasten  $P$  die Elementarlast  $q dx$ , und dann ist:

$$H = q \int_{\xi_1}^{\xi_2} \mathfrak{H} dx \dots 22*).$$

$\int_{\xi_1}^{\xi_2} \mathfrak{H} dx$  ist die von den Ordinaten  $\mathfrak{H}_{\xi_1}$  und  $\mathfrak{H}_{\xi_2}$  seitlich begrenzte, zwischen der Abscissenachse und der Horizontaldruck-Curve eingeschlossene Fläche.

#### Construction der „Horizontaldruck-Curve“.

Um auf möglichst bequeme Weise diese Curve zu erhalten, berechnen wir die Grösse des Horizontaldruckes aus der Wirkung zweier zur Bogenmitte symmetrisch gelegener Lasten von je einer Tonne Gewicht. Es ist klar, dass nur von einer dieser Lasten ein Horizontaldruck gleich der Hälfte von jenem für beide Lasten bewirkt wird. Die entsprechende Momentencurve  $\mathfrak{M}_x$  für zwei symmetrisch zur Bogenmitte angreifende Einzellasten von je einer Tonne Gewicht ist ein Parallelogramm, Fig. 5<sup>a</sup>, und es ist für

$$x = 0 \text{ bis } x = a$$

$$\mathfrak{M}_x = x^{1.m};$$

für

$$x = a \text{ bis } x = l - a$$

$$\mathfrak{M}_x = a^{1.m}.$$

$$\sum_0^1 \frac{\Delta \varphi \cdot y}{J} = 2 \sum_0^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \Delta \varphi}{J} = 2 \left( \sum_0^a \frac{y' \cdot \Delta \varphi}{J} + \sum_a^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \Delta \varphi}{J} \right).$$

Führt man für die Breiten der Lamellen  $\Delta\varphi \dots \varepsilon_1, \varepsilon_2 \dots \varepsilon_n$  ein, so ist:

$$\sum_0^1 \frac{y' \Delta \varphi}{J} = 2 \left( \sum_0^a \frac{y' \cdot \varepsilon \cdot x}{J} + a \sum_a^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \varepsilon}{J} \right).$$

Die  $V_x$  ergeben sich für  $x = 0$  bis  $x = a$  mit  $V_x = +1^t$ ; für  $x = a$  bis  $x = l - a$  mit  $V_x = 0$ , und für  $x = l - a$  bis  $x = l$  mit  $V_x = -1^t$ . Daher für die Lamellenbreiten  $\varepsilon$ :

$$\sum_0^1 \frac{\Delta \mu}{F} = \sum_0^a \frac{y'' \cdot \varepsilon}{F} + \sum_{l-a}^1 \frac{y'' \cdot \varepsilon}{F}.$$

\*) Unter Annahme der fortschreitenden Einzellast  $q$  wurde die „Horizontaldruck-Curve“ bereits von Winkler für partielle und gleichmässige Belastungen angewendet. Siehe Steiner: „Theorie der Bogenträger“. „Allgem. Bauzeitung“ 1874.

Für den symmetrisch geformten Bogen wird

$$\sum_0^a \frac{\Delta \mu}{F'} = 2 \cdot \sum_0^a \frac{y'' \cdot \varepsilon}{F},$$

wobei

$$y'' = 1 \cdot \sin \alpha$$

ist.

Sonach ist:

$$H = \frac{\sum_0^a \frac{y' \cdot \varepsilon \cdot x}{J} + a \sum_0^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \varepsilon}{J} - \sum_0^a \frac{y'' \cdot \varepsilon}{F}}{\sum_0^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \Delta \phi}{J} + \sum_0^{\frac{1}{2}} \frac{\Delta \omega}{F}}.$$

Da  $H = 2 \mathfrak{H}_a$ , so folgt:

$$\mathfrak{H}_a = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sum_0^a \frac{y' \cdot \varepsilon \cdot x}{J} + a \sum_0^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \varepsilon}{J} - \sum_0^a \frac{y'' \cdot \varepsilon}{F}}{\sum_0^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \Delta \phi}{J} + \sum_0^{\frac{1}{2}} \frac{\Delta \omega}{F}} \dots 23).$$

Der Nenner des obigen Ausdruckes ist constant, braucht also nur ein- für allemal berechnet zu werden.

Hat man für eine Lastposition das  $\mathfrak{H}$  gerechnet, so kann für eine zweite Lastlage der vorhergefundene Werth des Horizontaldruckes benützt und die Rechnung vereinfacht werden, indem die der vorliegenden Lastlage entsprechende Aenderung der Momentenfläche und der Fläche  $\mu$  gegen die erste Lage berücksichtigt wird.

Rückt nämlich die Einzellast aus der Position  $a_1$  in jene  $a_2$  gegen die Mitte zu, so vergrößert sich die Momentenfläche um die Fläche des Parallelogrammes  $m n o p$  (Fig. 5<sup>a</sup>), dessen Höhe  $(a_2 - a_1)$  beträgt:

Wir haben nun:

$$\begin{aligned} \sum_0^{a_2} \frac{y' \cdot \varepsilon \cdot x}{J} &= \sum_0^{a_1} \frac{y' \cdot \varepsilon \cdot x}{J} + \sum_{a_1}^{a_2} \frac{y' \cdot \varepsilon \cdot x}{J}, \\ &= \sum_0^{a_1} \frac{y' \cdot \varepsilon \cdot x}{J} + a_1 \sum_{a_1}^{a_2} \frac{y' \cdot \varepsilon}{J} + \sum_{a_1}^{a_2} \frac{y' \cdot \varepsilon (x - a_1)}{J}, \\ a \sum_a^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \varepsilon}{J} &= a_2 \sum_{a_2}^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \varepsilon}{J} = a_1 \sum_{a_1}^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \varepsilon}{J} + (a_2 - a_1) \sum_{a_1}^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \varepsilon}{J}, \\ \sum_0^{a_2} \frac{y'' \cdot \varepsilon}{F} &= \sum_0^{a_1} \frac{y'' \cdot \varepsilon}{F} = \sum_0^{a_1} \frac{y'' \cdot \varepsilon}{F} + \sum_{a_1}^{a_2} \frac{y'' \cdot \varepsilon}{F}. \end{aligned}$$

Mithin ist der Zähler im Ausdrucke für  $\mathfrak{H}_{a_2}$ :

$$\begin{aligned} z_2 &= \sum_0^{a_2} \frac{y' \cdot \varepsilon \cdot x}{J} + a_1 \sum_{a_1}^{a_2} \frac{y' \cdot \varepsilon}{J} + \sum_{a_1}^{a_2} \frac{y' \cdot \varepsilon (x - a_1)}{J} + \\ &+ a_1 \sum_{a_1}^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \varepsilon}{J} + (a_2 - a_1) \sum_{a_1}^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \varepsilon}{J} - \sum_0^{a_2} \frac{y'' \cdot \varepsilon}{F} - \sum_{a_1}^{a_2} \frac{y'' \cdot \varepsilon}{F} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \sum_0^{a_2} \frac{y' \cdot \varepsilon \cdot x}{J} + a_1 \sum_{a_1}^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \varepsilon}{J} - \sum_0^{a_1} \frac{y'' \cdot \varepsilon}{F} + \sum_{a_1}^{a_2} \frac{y' \cdot \varepsilon (x - a_1)}{J} + \\ &+ (a_2 - a_1) \sum_{a_1}^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \varepsilon}{J} - \sum_{a_1}^{a_2} \frac{y'' \cdot \varepsilon}{F}, \end{aligned}$$

das heisst:

$$z_2 = z_1 + \sum_{a_1}^{a_2} \frac{y' \cdot \varepsilon (x - a_1)}{J} + (a_2 - a_1) \sum_{a_1}^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \varepsilon}{J} - \sum_{a_1}^{a_2} \frac{y'' \cdot \varepsilon}{F}.$$

Mithin ist auch:

$$\mathfrak{H}_{a_2} = \mathfrak{H}_{a_1} + \frac{\sum_{a_1}^{a_2} \frac{y' \cdot \varepsilon \cdot (x - a_1)}{J} + (a_2 - a_1) \sum_{a_1}^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \varepsilon}{J} - \sum_{a_1}^{a_2} \frac{y'' \cdot \varepsilon}{F}}{2 \cdot n} \quad 24),$$

worin

$$n = \sum_0^{\frac{1}{2}} \frac{y' \cdot \Delta \phi}{J} + \sum_0^{\frac{1}{2}} \frac{\Delta \omega}{F}$$

ist.

Auf die angegebene Art lässt sich die Horizontaldruck-Curve leicht berechnen und auftragen; da dieselbe symmetrisch zur Bogenmitte gestaltet ist, so genügt es, deren Berechnung bloß für eine Bogenhälfte durchzuführen.

Werden die Belastungen auf den Bogenträgern nicht direct ausgeübt, sondern mittelst Fahrbahn-Trägern auf verticale Ständer und von diesen erst auf den Bogen selbst übertragen, so kommen als Lastangriffspunkte behufs Construction der Horizontaldruck-Curve natürlich nur jene Orte in Betracht, wo Verticalständer befindlich sind.

Liegt die Last zwischen zwei Verticalständern, so zwar dass sie beispielsweise vom linken um  $\lambda$  absteht, so sind bei einer Entfernung der betreffenden Verticalständer von  $e$  — die links und rechts übertragenen Drücke beziehungsweise:

$$1. \frac{e - \lambda}{e},$$

und

$$1. \frac{\lambda}{e}.$$

Die Ordinaten der Horizontaldruck-Curve für den linken, beziehungsweise rechten Ständer seien  $\mathfrak{H}'$  und  $\mathfrak{H}''$ , dann ist der Horizontaldruck unter Einwirkung der betrachteten zwischenliegenden Last:

$$\mathfrak{H}' \left( \frac{e - \lambda}{e} \right) + \mathfrak{H}'' \frac{\lambda}{e} = \mathfrak{H}' + \frac{\lambda}{e} (\mathfrak{H}'' - \mathfrak{H}'),$$

woraus ersichtlich, dass der Verlauf der Horizontaldruck-Curve zwischen den Verticalständern ein geradliniger ist und die Horizontaldruck-Curve selbst eine polygonale Gestalt annimmt.

(Schluss folgt.)

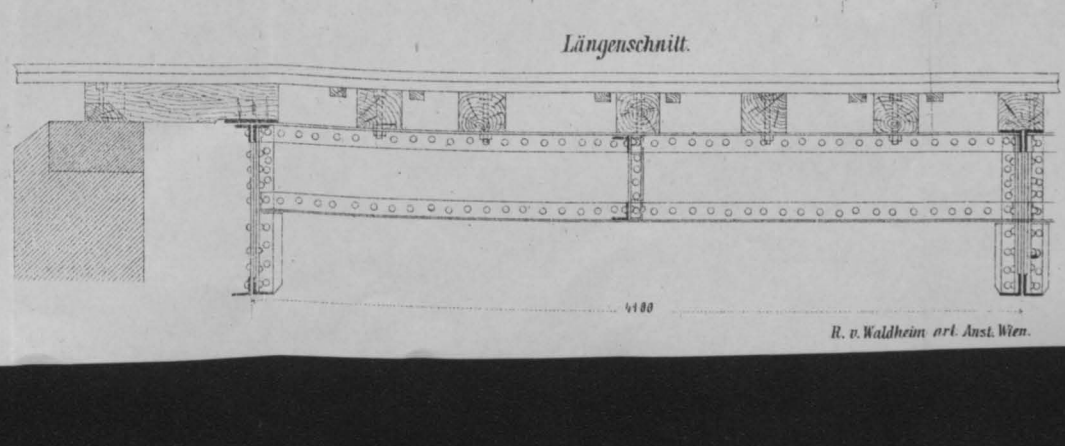
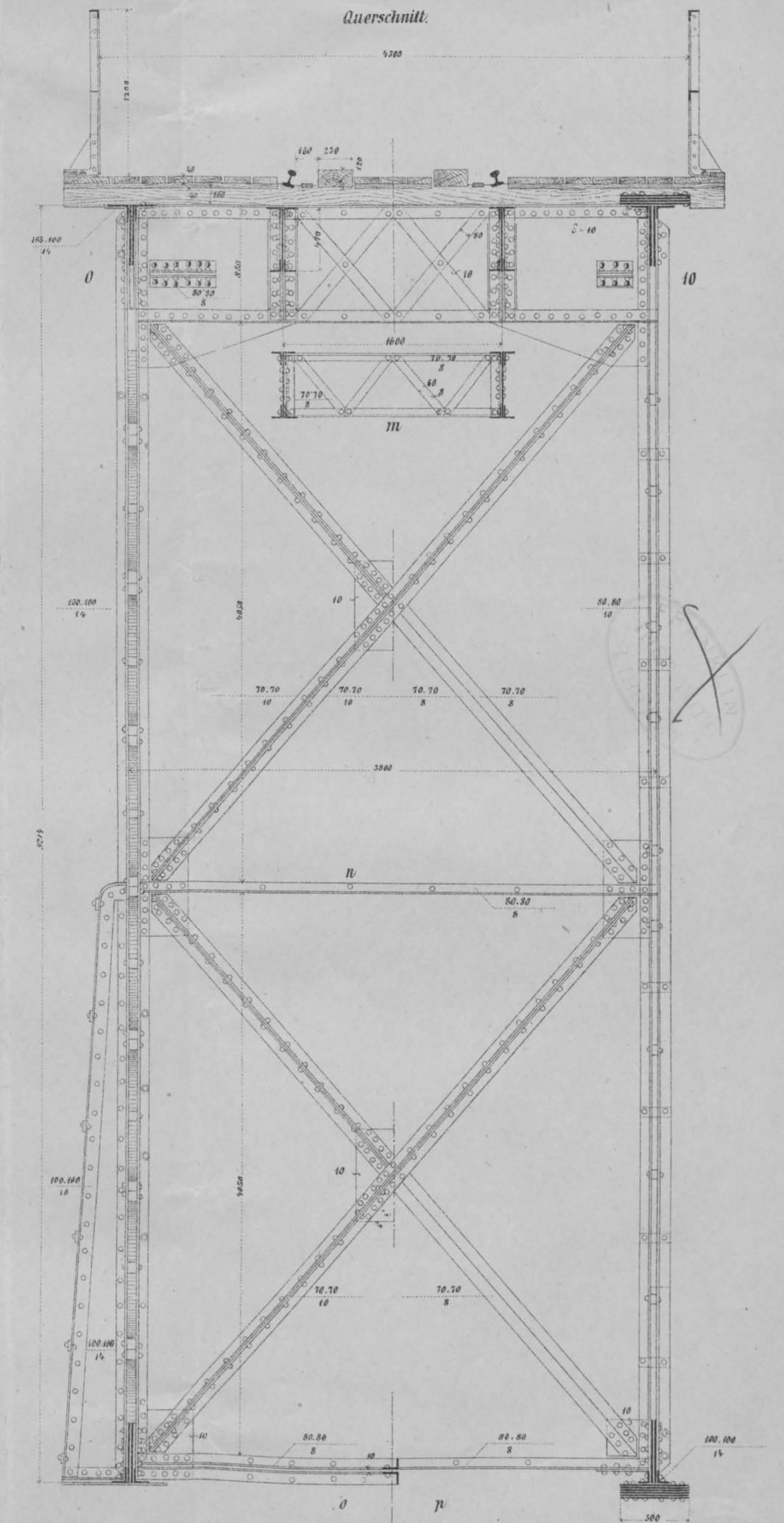
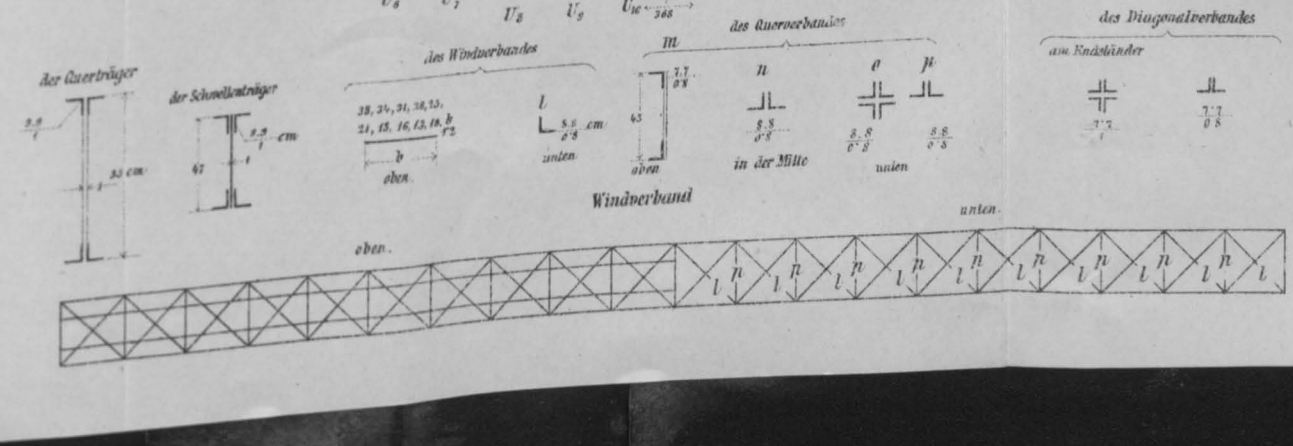
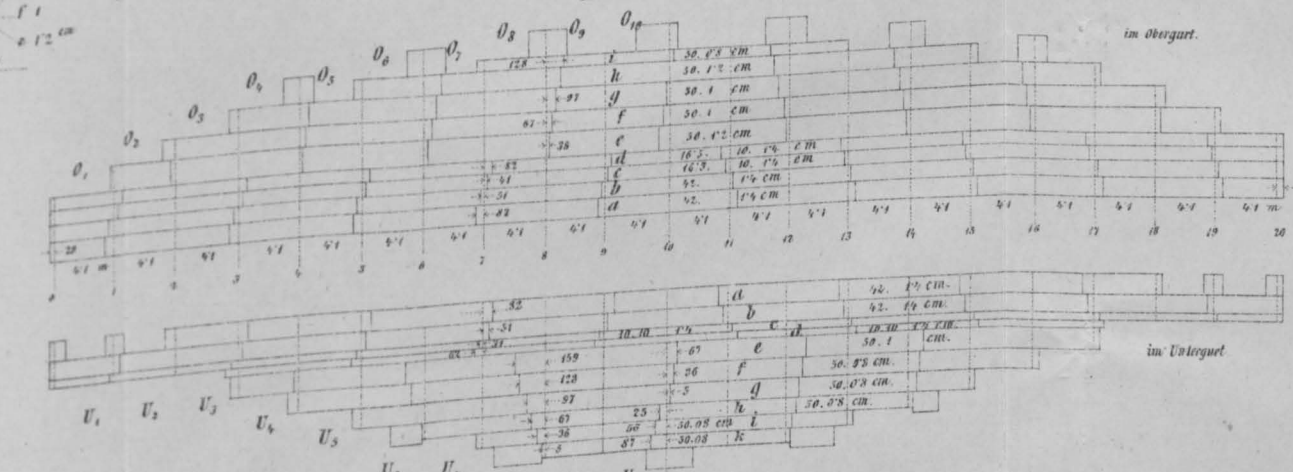
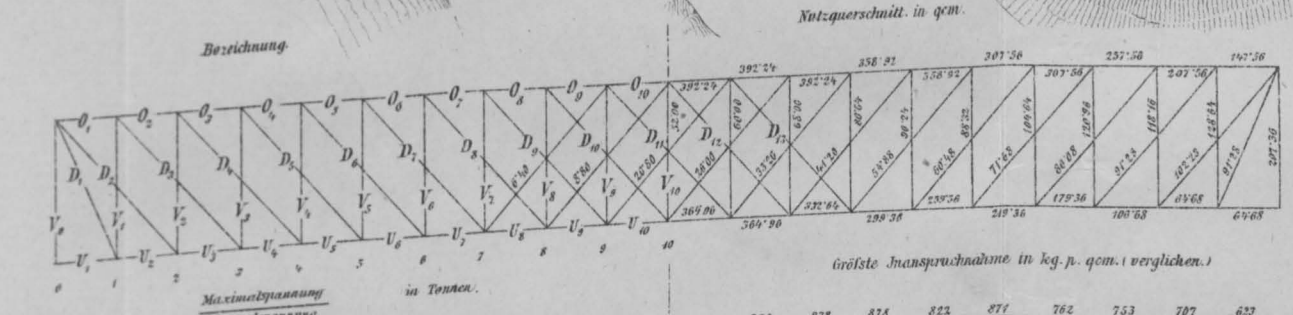
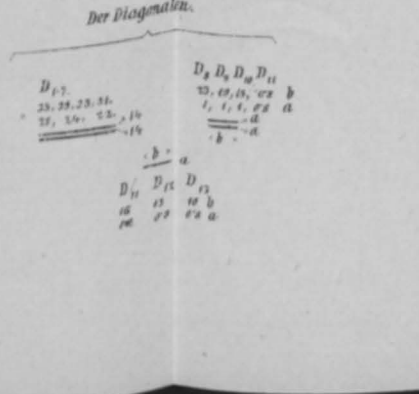
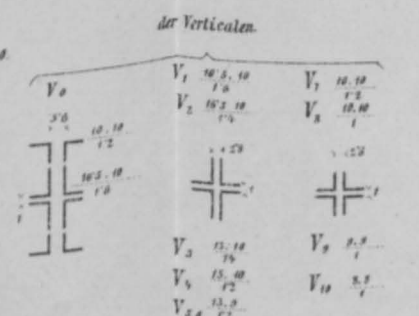
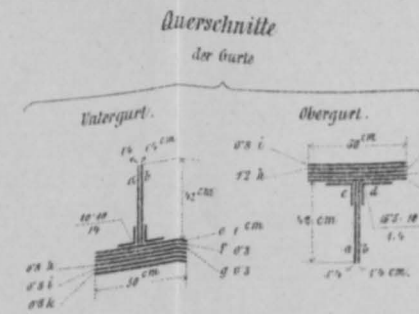
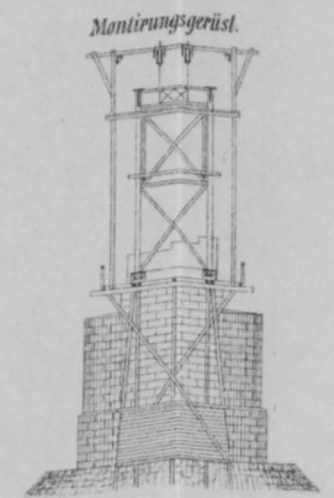
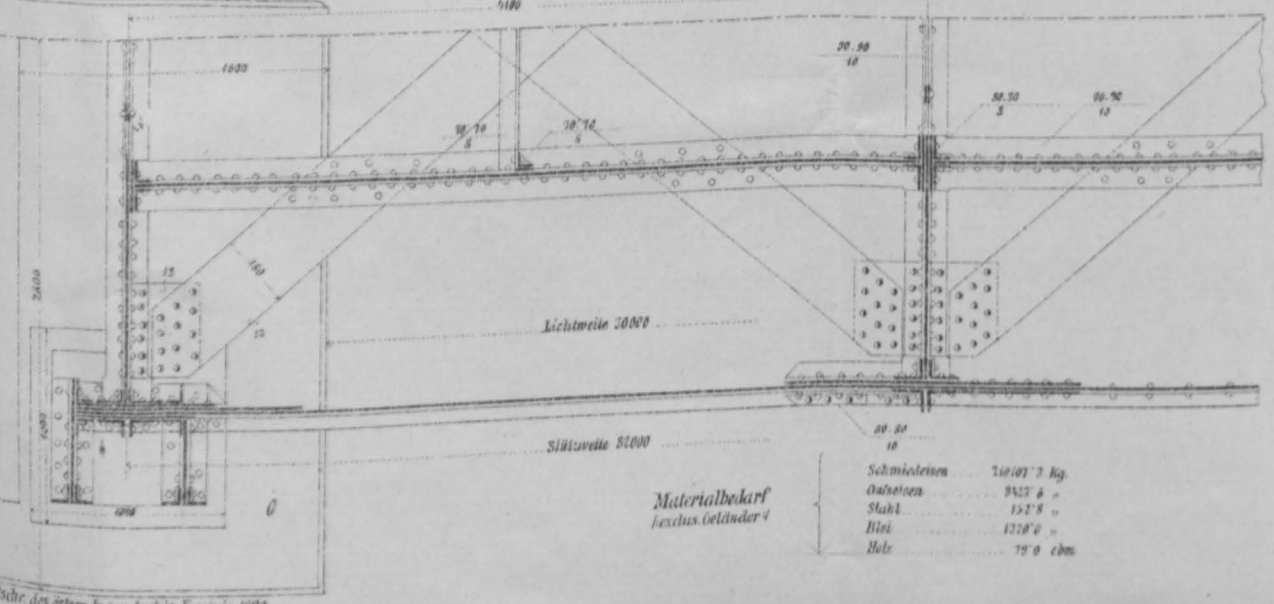
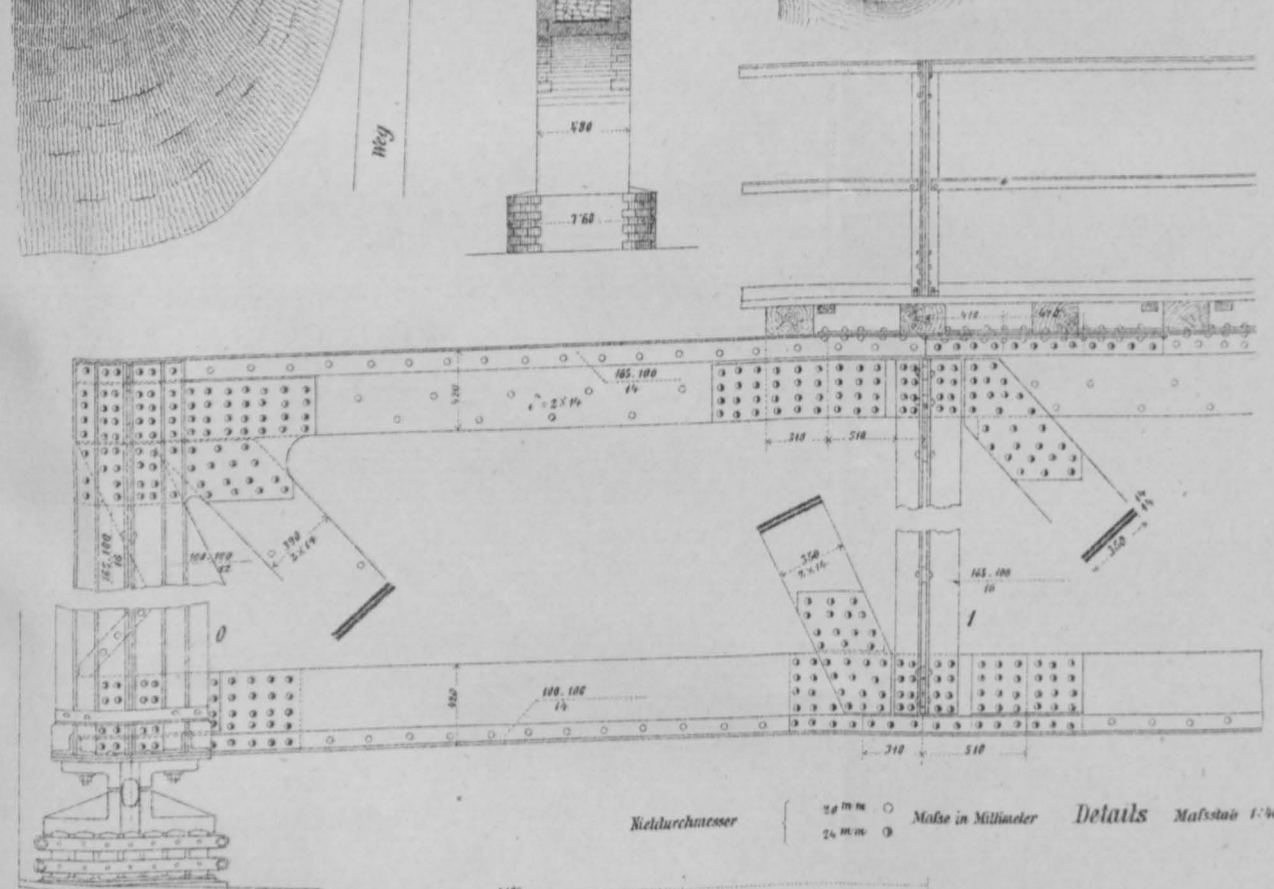
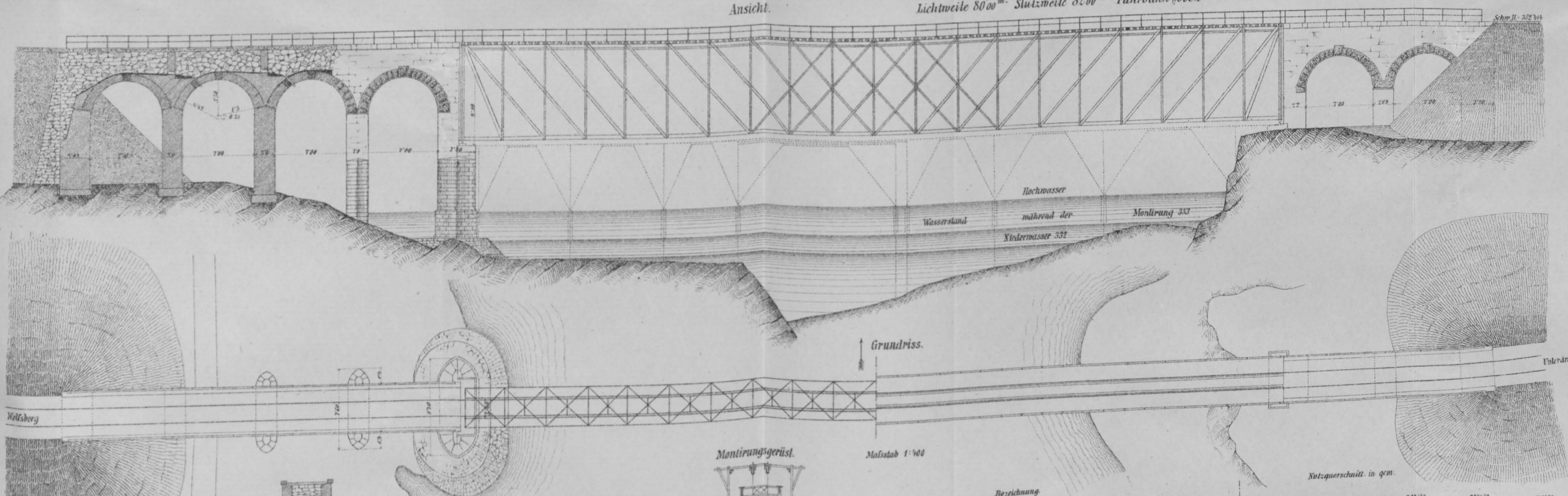


# LOCALBAHN VON UNTERDRAUJURG NACH WOLFSBERG

Brücke über den Draufluß

Lichtweite 80.00 m. Stützweite 82.00 m. Fahrbahn oben

Ansicht.

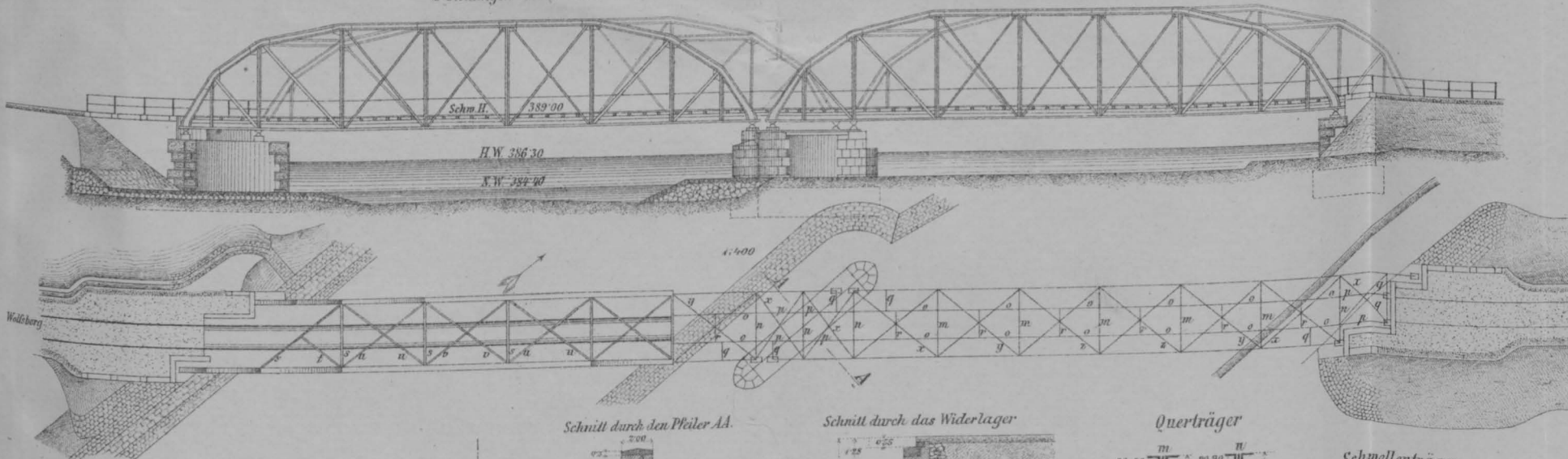




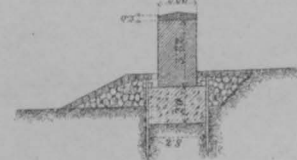
# Brücke über den Lavant Fluß.

2 Öffnungen schief unter  $\angle 40^\circ$ , senkrechte Lichtweite 22.50<sup>m</sup>, Stützweite 37.10<sup>m</sup>, Fahrbahn „unten“

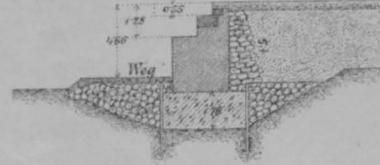
# LOCALBAHN VON UNTERDRAUBURG NACH WOLFSBERG.



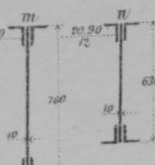
Schnitt durch den Pfeiler AA.



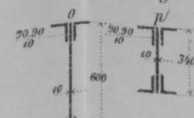
Schnitt durch das Widerlager



Querträger



Schwellenträger



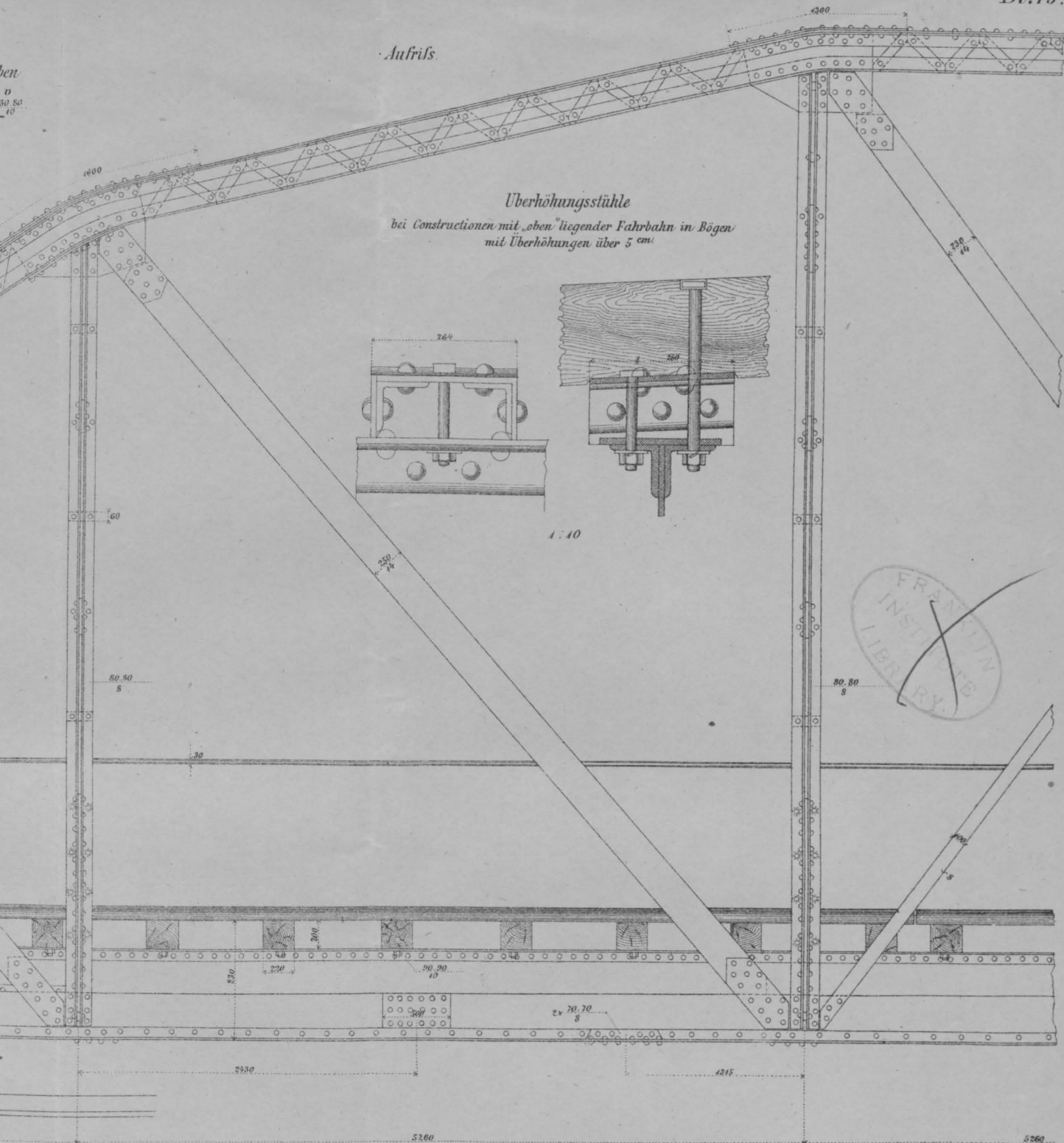
$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	$\theta_4$	$\theta_5$	$\theta_6$	$\theta_7$	$\theta_8$	$\theta_9$	$\theta_{10}$	$\theta_{11}$	$\theta_{12}$	$\theta_{13}$	$\theta_{14}$	$\theta_{15}$	$\theta_{16}$	$\theta_{17}$	$\theta_{18}$	$\theta_{19}$	$\theta_{20}$	$\theta_{21}$	$\theta_{22}$	$\theta_{23}$	$\theta_{24}$	$\theta_{25}$	$\theta_{26}$	$\theta_{27}$	$\theta_{28}$	$\theta_{29}$	$\theta_{30}$	$\theta_{31}$	$\theta_{32}$	$\theta_{33}$	$\theta_{34}$	$\theta_{35}$	$\theta_{36}$	$\theta_{37}$	$\theta_{38}$	$\theta_{39}$	$\theta_{40}$	$\theta_{41}$	$\theta_{42}$	$\theta_{43}$	$\theta_{44}$	$\theta_{45}$	$\theta_{46}$	$\theta_{47}$	$\theta_{48}$	$\theta_{49}$	$\theta_{50}$	$\theta_{51}$	$\theta_{52}$	$\theta_{53}$	$\theta_{54}$	$\theta_{55}$	$\theta_{56}$	$\theta_{57}$	$\theta_{58}$	$\theta_{59}$	$\theta_{60}$	$\theta_{61}$	$\theta_{62}$	$\theta_{63}$	$\theta_{64}$	$\theta_{65}$	$\theta_{66}$	$\theta_{67}$	$\theta_{68}$	$\theta_{69}$	$\theta_{70}$	$\theta_{71}$	$\theta_{72}$	$\theta_{73}$	$\theta_{74}$	$\theta_{75}$	$\theta_{76}$	$\theta_{77}$	$\theta_{78}$	$\theta_{79}$	$\theta_{80}$	$\theta_{81}$	$\theta_{82}$	$\theta_{83}$	$\theta_{84}$	$\theta_{85}$	$\theta_{86}$	$\theta_{87}$	$\theta_{88}$	$\theta_{89}$	$\theta_{90}$	$\theta_{91}$	$\theta_{92}$	$\theta_{93}$	$\theta_{94}$	$\theta_{95}$	$\theta_{96}$	$\theta_{97}$	$\theta_{98}$	$\theta_{99}$	$\theta_{100}$	$\theta_{101}$	$\theta_{102}$	$\theta_{103}$	$\theta_{104}$	$\theta_{105}$	$\theta_{106}$	$\theta_{107}$	$\theta_{108}$	$\theta_{109}$	$\theta_{110}$	$\theta_{111}$	$\theta_{112}$	$\theta_{113}$	$\theta_{114}$	$\theta_{115}$	$\theta_{116}$	$\theta_{117}$	$\theta_{118}$	$\theta_{119}$	$\theta_{120}$	$\theta_{121}$	$\theta_{122}$	$\theta_{123}$	$\theta_{124}$	$\theta_{125}$	$\theta_{126}$	$\theta_{127}$	$\theta_{128}$	$\theta_{129}$	$\theta_{130}$	$\theta_{131}$	$\theta_{132}$	$\theta_{133}$	$\theta_{134}$	$\theta_{135}$	$\theta_{136}$	$\theta_{137}$	$\theta_{138}$	$\theta_{139}$	$\theta_{140}$	$\theta_{141}$	$\theta_{142}$	$\theta_{143}$	$\theta_{144}$	$\theta_{145}$	$\theta_{146}$	$\theta_{147}$	$\theta_{148}$	$\theta_{149}$	$\theta_{150}$	$\theta_{151}$	$\theta_{152}$	$\theta_{153}$	$\theta_{154}$	$\theta_{155}$	$\theta_{156}$	$\theta_{157}$	$\theta_{158}$	$\theta_{159}$	$\theta_{160}$	$\theta_{161}$	$\theta_{162}$	$\theta_{163}$	$\theta_{164}$	$\theta_{165}$	$\theta_{166}$	$\theta_{167}$	$\theta_{168}$	$\theta_{169}$	$\theta_{170}$	$\theta_{171}$	$\theta_{172}$	$\theta_{173}$	$\theta_{174}$	$\theta_{175}$	$\theta_{176}$	$\theta_{177}$	$\theta_{178}$	$\theta_{179}$	$\theta_{180}$	$\theta_{181}$	$\theta_{182}$	$\theta_{183}$	$\theta_{184}$	$\theta_{185}$	$\theta_{186}$	$\theta_{187}$	$\theta_{188}$	$\theta_{189}$	$\theta_{190}$	$\theta_{191}$	$\theta_{192}$	$\theta_{193}$	$\theta_{194}$	$\theta_{195}$	$\theta_{196}$	$\theta_{197}$	$\theta_{198}$	$\theta_{199}$	$\theta_{200}$	$\theta_{201}$	$\theta_{202}$	$\theta_{203}$	$\theta_{204}$	$\theta_{205}$	$\theta_{206}$	$\theta_{207}$	$\theta_{208}$	$\theta_{209}$	$\theta_{210}$	$\theta_{211}$	$\theta_{212}$	$\theta_{213}$	$\theta_{214}$	$\theta_{215}$	$\theta_{216}$	$\theta_{217}$	$\theta_{218}$	$\theta_{219}$	$\theta_{220}$	$\theta_{221}$	$\theta_{222}$	$\theta_{223}$	$\theta_{224}$	$\theta_{225}$	$\theta_{226}$	$\theta_{227}$	$\theta_{228}$	$\theta_{229}$	$\theta_{230}$	$\theta_{231}$	$\theta_{232}$	$\theta_{233}$	$\theta_{234}$	$\theta_{235}$	$\theta_{236}$	$\theta_{237}$	$\theta_{238}$	$\theta_{239}$	$\theta_{240}$	$\theta_{241}$	$\theta_{242}$	$\theta_{243}$	$\theta_{244}$	$\theta_{245}$	$\theta_{246}$	$\theta_{247}$	$\theta_{248}$	$\theta_{249}$	$\theta_{250}$	$\theta_{251}$	$\theta_{252}$	$\theta_{253}$	$\theta_{254}$	$\theta_{255}$	$\theta_{256}$	$\theta_{257}$	$\theta_{258}$	$\theta_{259}$	$\theta_{260}$	$\theta_{261}$	$\theta_{262}$	$\theta_{263}$	$\theta_{264}$	$\theta_{265}$	$\theta_{266}$	$\theta_{267}$	$\theta_{268}$	$\theta_{269}$	$\theta_{270}$	$\theta_{271}$	$\theta_{272}$	$\theta_{273}$	$\theta_{274}$	$\theta_{275}$	$\theta_{276}$	$\theta_{277}$	$\theta_{278}$	$\theta_{279}$	$\theta_{280}$	$\theta_{281}$	$\theta_{282}$	$\theta_{283}$	$\theta_{284}$	$\theta_{285}$	$\theta_{286}$	$\theta_{287}$	$\theta_{288}$	$\theta_{289}$	$\theta_{290}$	$\theta_{291}$	$\theta_{292}$	$\theta_{293}$	$\theta_{294}$	$\theta_{295}$	$\theta_{296}$	$\theta_{297}$	$\theta_{298}$	$\theta_{299}$	$\theta_{300}$	$\theta_{301}$	$\theta_{302}$	$\theta_{303}$	$\theta_{304}$	$\theta_{305}$	$\theta_{306}$	$\theta_{307}$	$\theta_{308}$	$\theta_{309}$	$\theta_{310}$	$\theta_{311}$	$\theta_{312}$	$\theta_{313}$	$\theta_{314}$	$\theta_{315}$	$\theta_{316}$	$\theta_{317}$	$\theta_{318}$	$\theta_{319}$	$\theta_{320}$	$\theta_{321}$	$\theta_{322}$	$\theta_{323}$	$\theta_{324}$	$\theta_{325}$	$\theta_{326}$	$\theta_{327}$	$\theta_{328}$	$\theta_{329}$	$\theta_{330}$	$\theta_{331}$	$\theta_{332}$	$\theta_{333}$	$\theta_{334}$	$\theta_{335}$	$\theta_{336}$	$\theta_{337}$	$\theta_{338}$	$\theta_{339}$	$\theta_{340}$	$\theta_{341}$	$\theta_{342}$	$\theta_{343}$	$\theta_{344}$	$\theta_{345}$	$\theta_{346}$	$\theta_{347}$	$\theta_{348}$	$\theta_{349}$	$\theta_{350}$	$\theta_{351}$	$\theta_{352}$	$\theta_{353}$	$\theta_{354}$	$\theta_{355}$	$\theta_{356}$	$\theta_{357}$	$\theta_{358}$	$\theta_{359}$	$\theta_{360}$	$\theta_{361}$	$\theta_{362}$	$\theta_{363}$	$\theta_{364}$	$\theta_{365}$	$\theta_{366}$	$\theta_{367}$	$\theta_{368}$	$\theta_{369}$	$\theta_{370}$	$\theta_{371}$	$\theta_{372}$	$\theta_{373}$	$\theta_{374}$	$\theta_{375}$	$\theta_{376}$	$\theta_{377}$	$\theta_{378}$	$\theta_{379}$	$\theta_{380}$	$\theta_{381}$	$\theta_{382}$	$\theta_{383}$	$\theta_{384}$	$\theta_{385}$	$\theta_{386}$	$\theta_{387}$	$\theta_{388}$	$\theta_{389}$	$\theta_{390}$	$\theta_{391}$	$\theta_{392}$	$\theta_{393}$	$\theta_{394}$	$\theta_{395}$	$\theta_{396}$	$\theta_{397}$	$\theta_{398}$	$\theta_{399}$	$\theta_{400}$	$\theta_{401}$	$\theta_{402}$	$\theta_{403}$	$\theta_{404}$	$\theta_{405}$	$\theta_{406}$	$\theta_{407}$	$\theta_{408}$	$\theta_{409}$	$\theta_{410}$	$\theta_{411}$	$\theta_{412}$	$\theta_{413}$	$\theta_{414}$	$\theta_{415}$	$\theta_{416}$	$\theta_{417}$	$\theta_{418}$	$\theta_{419}$	$\theta_{420}$	$\theta_{421}$	$\theta_{422}$	$\theta_{423}$	$\theta_{424}$	$\theta_{425}$	$\theta_{426}$	$\theta_{427}$	$\theta_{428}$	$\theta_{429}$	$\theta_{430}$	$\theta_{431}$	$\theta_{432}$	$\theta_{433}$	$\theta_{434}$	$\theta_{435}$	$\theta_{436}$	$\theta_{437}$	$\theta_{438}$	$\theta_{439}$	$\theta_{440}$	$\theta_{441}$	$\theta_{442}$	$\theta_{443}$	$\theta_{444}$	$\theta_{445}$	$\theta_{446}$	$\theta_{447}$	$\theta_{448}$	$\theta_{449}$	$\theta_{450}$	$\theta_{451}$	$\theta_{452}$	$\theta_{453}$	$\theta_{454}$	$\theta_{455}$	$\theta_{456}$	$\theta_{457}$	$\theta_{458}$	$\theta_{459}$	$\theta_{460}$	$\theta_{461}$	$\theta_{462}$	$\theta_{463}$	$\theta_{464}$	$\theta_{465}$	$\theta_{466}$	$\theta_{467}$	$\theta_{468}$	$\theta_{469}$	$\theta_{470}$	$\theta_{471}$	$\theta_{472}$	$\theta_{473}$	$\theta_{474}$	$\theta_{475}$	$\theta_{476}$	$\theta_{477}$	$\theta_{478}$	$\theta_{479}$	$\theta_{480}$	$\theta_{481}$	$\theta_{482}$	$\theta_{483}$	$\theta_{484}$	$\theta_{485}$	$\theta_{486}$	$\theta_{487}$	$\theta_{488}$	$\theta_{489}$	$\theta_{490}$	$\theta_{491}$	$\theta_{492}$	$\theta_{493}$	$\theta_{494}$	$\theta_{495}$	$\theta_{496}$	$\theta_{497}$	$\theta_{498}$	$\theta_{499}$	$\theta_{500}$	$\theta_{501}$	$\theta_{502}$	$\theta_{503}$	$\theta_{504}$	$\theta_{505}$	$\theta_{506}$	$\theta_{507}$	$\theta_{508}$	$\theta_{509}$	$\theta_{510}$	$\theta_{511}$	$\theta_{512}$	$\theta_{513}$	$\theta_{514}$	$\theta_{515}$	$\theta_{516}$	$\theta_{517}$	$\theta_{518}$	$\theta_{519}$	$\theta_{520}$	$\theta_{521}$	$\theta_{522}$	$\theta_{523}$	$\theta_{524}$	$\theta_{525}$	$\theta_{526}$	$\theta_{527}$	$\theta_{528}$	$\theta_{529}$	$\theta_{530}$	$\theta_{531}$	$\theta_{532}$	$\theta_{533}$	$\theta_{534}$	$\theta_{535}$	$\theta_{536}$	$\theta_{537}$	$\theta_{538}$	$\theta_{539}$	$\theta_{540}$	$\theta_{541}$	$\theta_{542}$	$\theta_{543}$	$\theta_{544}$	$\theta_{545}$	$\theta_{546}$	$\theta_{547}$	$\theta_{548}$	$\theta_{549}$	$\theta_{550}$	$\theta_{551}$	$\theta_{552}$	$\theta_{553}$	$\theta_{554}$	$\theta_{555}$	$\theta_{556}$	$\theta_{557}$	$\theta_{558}$	$\theta_{559}$	$\theta_{560}$	$\theta_{561}$	$\theta_{562}$	$\theta_{563}$	$\theta_{564}$	$\theta_{565}$	$\theta_{566}$	$\theta_{567}$	$\theta_{568}$	$\theta_{569}$	$\theta_{570}$	$\theta_{571}$	$\theta_{572}$	$\theta_{573}$	$\theta_{574}$	$\theta_{575}$	$\theta_{576}$	$\theta_{577}$	$\theta_{578}$	$\theta_{579}$	$\theta_{580}$	$\theta_{581}$	$\theta_{582}$	$\theta_{583}$	$\theta_{584}$	$\theta_{585}$	$\theta_{586}$	$\theta_{587}$	$\theta_{588}$	$\theta_{589}$	$\theta_{590}$	$\theta_{591}$	$\theta_{592}$	$\theta_{593}$	$\theta_{594}$	$\theta_{595}$	$\theta_{596}$	$\theta_{597}$	$\theta_{598}$	$\theta_{599}$	$\theta_{600}$	$\theta_{601}$	$\theta_{602}$	$\theta_{603}$	$\theta_{604}$	$\theta_{605}$	$\theta_{606}$	$\theta_{607}$	$\theta_{608}$	$\theta_{609}$	$\theta_{610}$	$\theta_{611}$	$\theta_{612}$	$\theta_{613}$	$\theta_{614}$	$\theta_{615}$	$\theta_{616}$	$\theta_{617}$	$\theta_{618}$	$\theta_{619}$	$\theta_{620}$	$\theta_{621}$	$\theta_{622}$	$\theta_{623}$	$\theta_{624}$	$\theta_{625}$	$\theta_{626}$	$\theta_{627}$	$\theta_{628}$	$\theta_{629}$	$\theta_{630}$	$\theta_{631}$	$\theta_{632}$	$\theta_{633}$	$\theta_{634}$	$\theta_{635}$	$\theta_{636}$	$\theta_{637}$	$\theta_{638}$	$\theta_{639}$	$\theta_{640}$	$\theta_{641}$	$\theta_{642}$	$\theta_{643}$	$\theta_{644}$	$\theta_{645}$	$\theta_{646}$	$\theta_{647}$	$\theta_{648}$	$\theta_{649}$	$\theta_{650}$	$\theta_{651}$	$\theta_{652}$	$\theta_{653}$	$\theta_{654}$	$\theta_{655}$	$\theta_{656}$	$\theta_{657}$	$\theta_{658}$	$\theta_{659}$	$\theta_{660}$	$\theta_{661}$	$\theta_{662}$	$\theta_{663}$	$\theta_{664}$	$\theta_{665}$	$\theta_{666}$	$\theta_{667}$	$\theta_{668}$	$\theta_{669}$	$\theta_{670}$	$\theta_{671}$	$\theta_{672}$	$\theta_{673}$	$\theta_{674}$	$\theta_{675}$	$\theta_{676}$	$\theta_{677}$	$\theta_{678}$	$\theta_{679}$	$\theta_{680}$	$\theta_{681}$	$\theta_{682}$	$\theta_{683}$	$\theta_{684}$	$\theta_{685}$	$\theta_{686}$	$\theta_{687}$	$\theta_{688}$	$\theta_{689}$	$\theta_{690}$	$\theta_{691}$	$\theta_{692}$	$\theta_{693}$	$\theta_{694}$	$\theta_{695}$	$\theta_{696}$	$\theta_{697}$	$\theta_{698}$	$\theta_{699}$	$\theta_{700}$	$\theta_{701}$	$\theta_{702}$	$\theta_{703}$	$\theta_{704}$	$\theta_{705}$	$\theta_{706}$	$\theta_{707}$	$\theta_{708}$	$\theta_{709}$	$\theta_{710}$	$\theta_{711}$	$\theta_{712}$	$\theta_{713}$	$\theta_{714}$	$\theta_{715}$	$\theta_{716}$	$\theta_{717}$	$\theta_{718}$	$\theta_{719}$	$\theta_{720}$	$\theta_{721}$	$\theta_{722}$	$\theta_{723}$	$\theta_{724}$	$\theta_{725}$	$\theta_{726}$	$\theta_{727}$	$\theta_{728}$	$\theta_{729}$	$\theta_{730}$	$\theta_{731}$	$\theta_{732}$	$\theta_{733}$	$\theta_{734}$	$\theta_{735}$	$\theta_{736}$	$\theta_{737}$	$\theta_{738}$	$\theta_{739}$	$\theta_{740}$	$\theta_{741}$	$\theta_{742}$	$\theta_{743}$	$\theta_{744}$	$\theta_{745}$	$\theta_{746}$	$\theta_{747}$	$\theta_{748}$	$\theta_{749}$	$\theta_{750}$	$\theta_{751}$	$\theta_{752}$	$\theta_{753}$	$\theta_{754}$	$\theta_{755}$	$\theta_{756}$	$\theta_{757}$	$\theta_{758}$	$\theta_{759}$	$\theta_{760}$	$\theta_{761}$	$\theta_{762}$	$\theta_{763}$	$\theta_{764}$	$\theta_{765}$	$\theta_{766}$	$\theta_{767}$	$\theta_{768}$	$\theta_{769}$	$\theta_{770}$	$\theta_{771}$	$\theta_{772}$	$\theta_{773}$	$\theta_{774}$	$\theta_{775}$	$\theta_{776}$	$\theta_{777}$	$\theta_{778}$	$\theta_{779}$	$\theta_{780}$	$\theta_{781}$	$\theta_{782}$	$\theta_{783}$	$\theta_{784}$	$\theta_{785}$	$\theta_{786}$	$\theta_{787}$	$\theta_{788}$	$\theta_{789}$	$\theta_{790}$	$\theta_{791}$	$\theta_{792}$	$\theta_{793}$	$\theta_{794}$	$\theta_{795}$	$\theta_{796}$	$\theta_{797}$	$\theta_{798}$	$\theta_{799}$	$\theta_{800}$	$\theta_{801}$	$\theta_{802}$	$\theta_{803}$	$\theta_{804}$	$\theta_{805}$	$\theta_{806}$	$\theta_{807}$	$\theta_{808}$	$\theta_{809}$	$\theta_{810}$	$\theta_{811}$	$\theta_{812}$	$\theta_{813}$	$\theta_{814}$	$\theta_{815}$	$\theta_{816}$	$\theta_{817}$	$\theta_{818}$	$\theta_{819}$	$\theta_{820}$	$\theta_{821}$	$\theta_{822}$	$\theta_{823}$	$\theta_{824}$	$\theta_{825}$	$\theta_{826}$	$\theta_{827}$	$\theta_{828}$	$\theta_{829}$	$\theta_{830}$	$\theta_{831}$	$\theta_{832}$	$\theta_{833}$	$\theta_{834}$	$\theta_{835}$	$\theta_{836}$	$\theta_{837}$	$\theta_{838}$	$\theta_{839}$	$\theta_{840}$	$\theta_{841}$	$\theta_{842}$	$\theta_{843}$	$\theta_{844}$	$\theta_{845}$	$\theta_{846}$	$\theta_{847}$	$\theta_{848}$	$\theta_{849}$	$\theta_{850}$	$\theta_{851}$	$\theta_{852}$	$\theta_{853}$	$\theta_{854}$	$\theta_{855}$	$\theta_{856}$	$\theta_{857}$	$\theta_{858}$	$\theta_{859}$	$\theta_{860}$	$\theta_{861}$	$\theta_{862}$	$\theta_{863}$	$\theta_{864}$	$\theta_{865}$	$\theta_{866}$	$\theta_{867}$	$\theta_{868}$	$\theta_{869}$	$\theta_{870}$	$\theta_{871}$	$\theta_{872}$	$\theta_{873}$	$\theta_{874}$	$\theta_{875}$	$\theta_{876}$	$\theta_{877}$	$\theta_{878}$	$\theta_{879}$	$\theta_{880}$	$\theta_{881}$	$\theta_{882}$	$\theta_{883}$	$\theta_{884}$	$\theta_{885}$	$\theta_{886}$	$\theta_{887}$	$\theta_{888}$	$\theta_{889}$	$\theta_{890}$	$\theta_{891}$	$\theta_{892}$
------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------



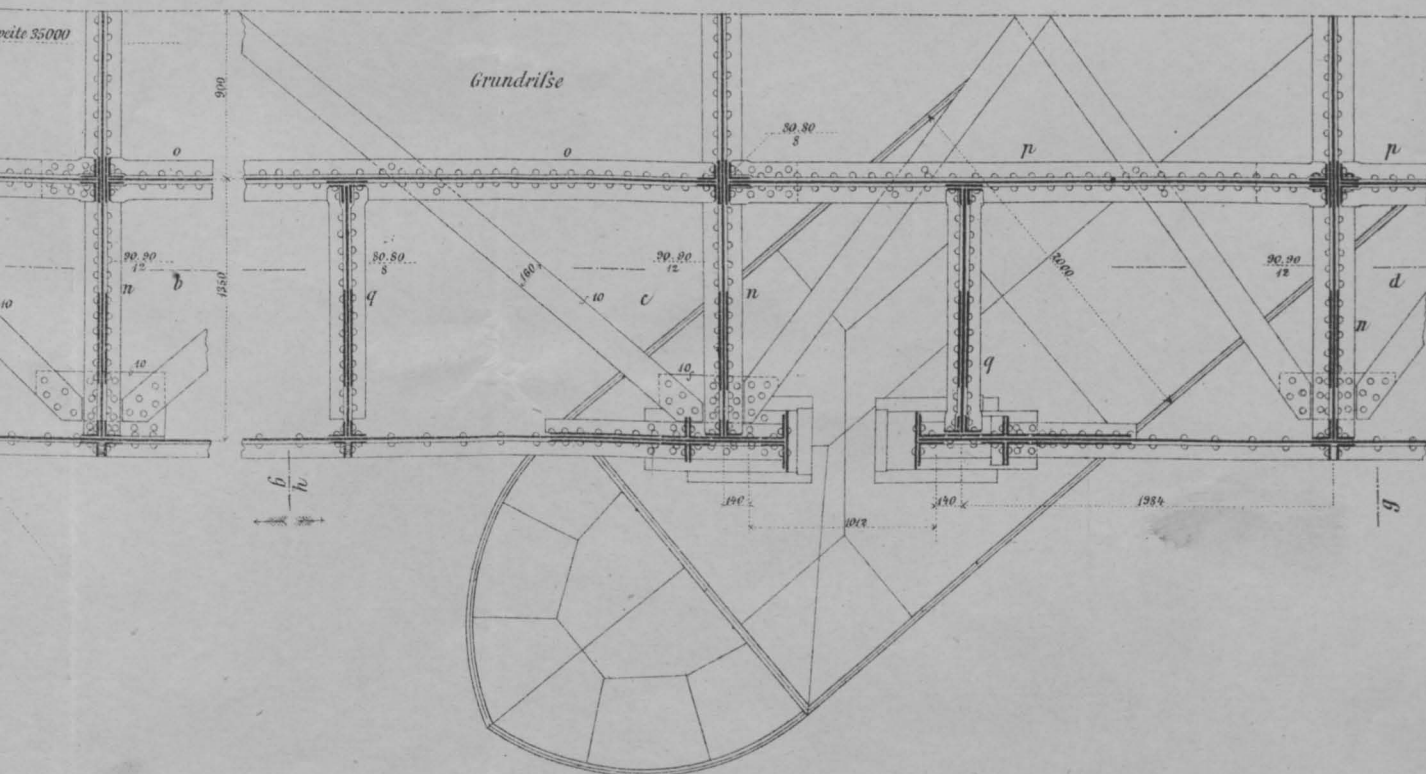
*Aufriss.*

### Überhöhungsstühle

bei Constructionen mit „oben“ liegender Fahrbahn in Bögen  
mit Überhöhungen über 5 cm.



*Grundrisse*





# DIE EISENBAHN VON TARVIS NACH PONTAFEL

Grenzbrücke bei Pontafel.

Lichtweite 33<sup>m</sup>, Stützweite 35<sup>m</sup>, Fahrbahn „unten“

Oberg

Schnitt durch das

Widerlager.

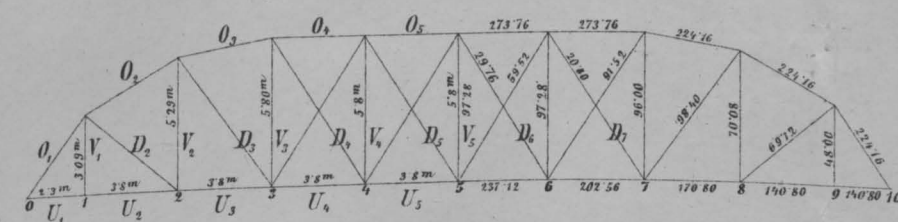
italienische

Ansicht

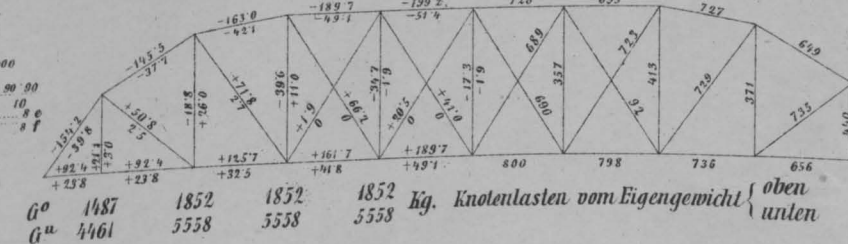
Ansicht des österreichischen Widerlagers.

Bezeichnung.

Nutzquerschnitt in qcm.

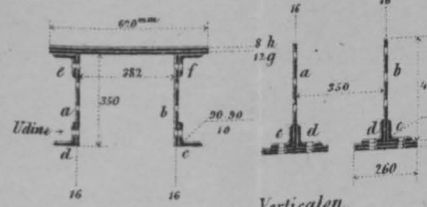


Maximalspannungen in t. Grösste Inanspruchnahme in Kg. p. qcm. (verglichen.)

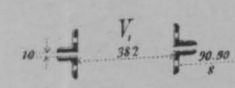


Obergurt.

Untergurt.



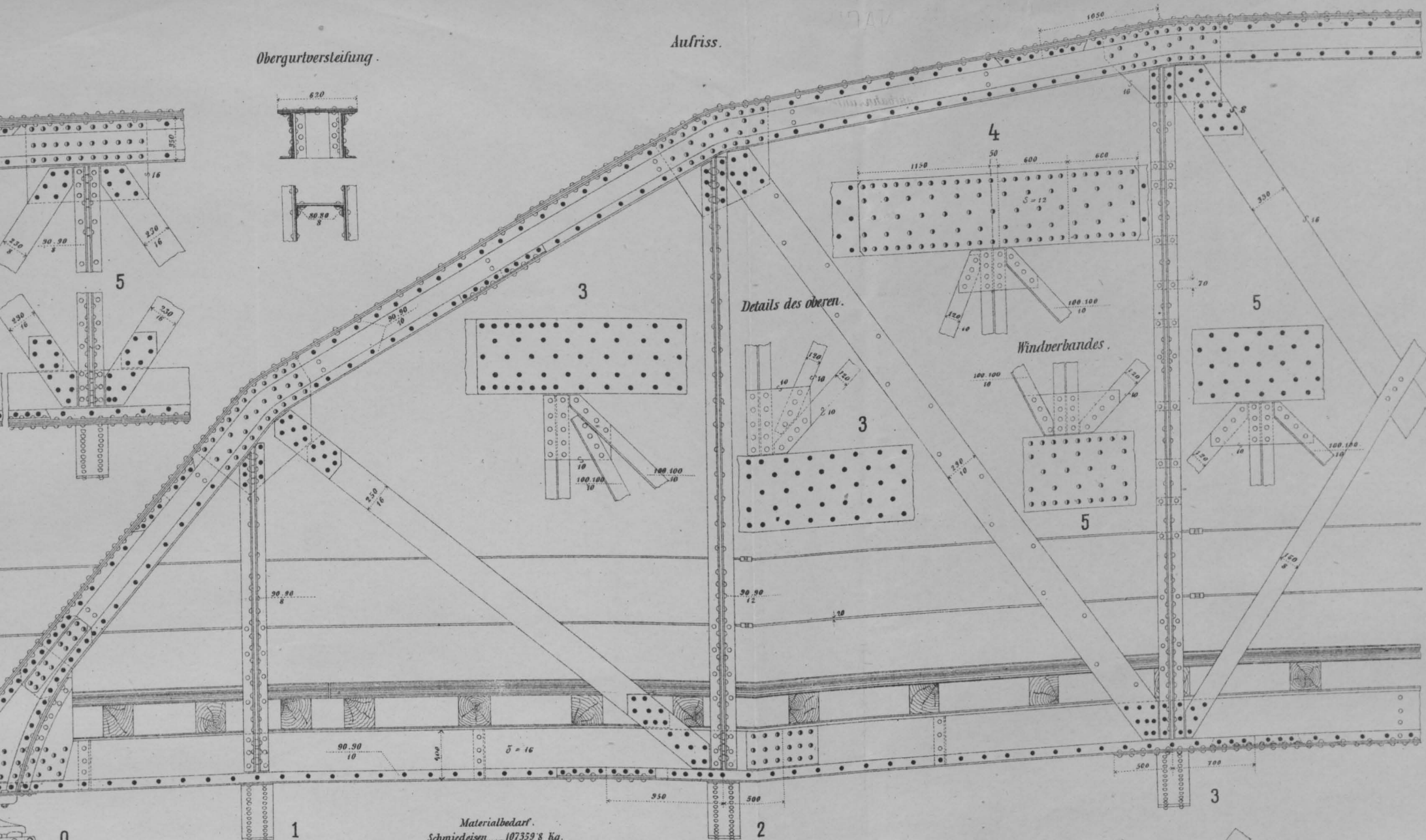
Verticalen.



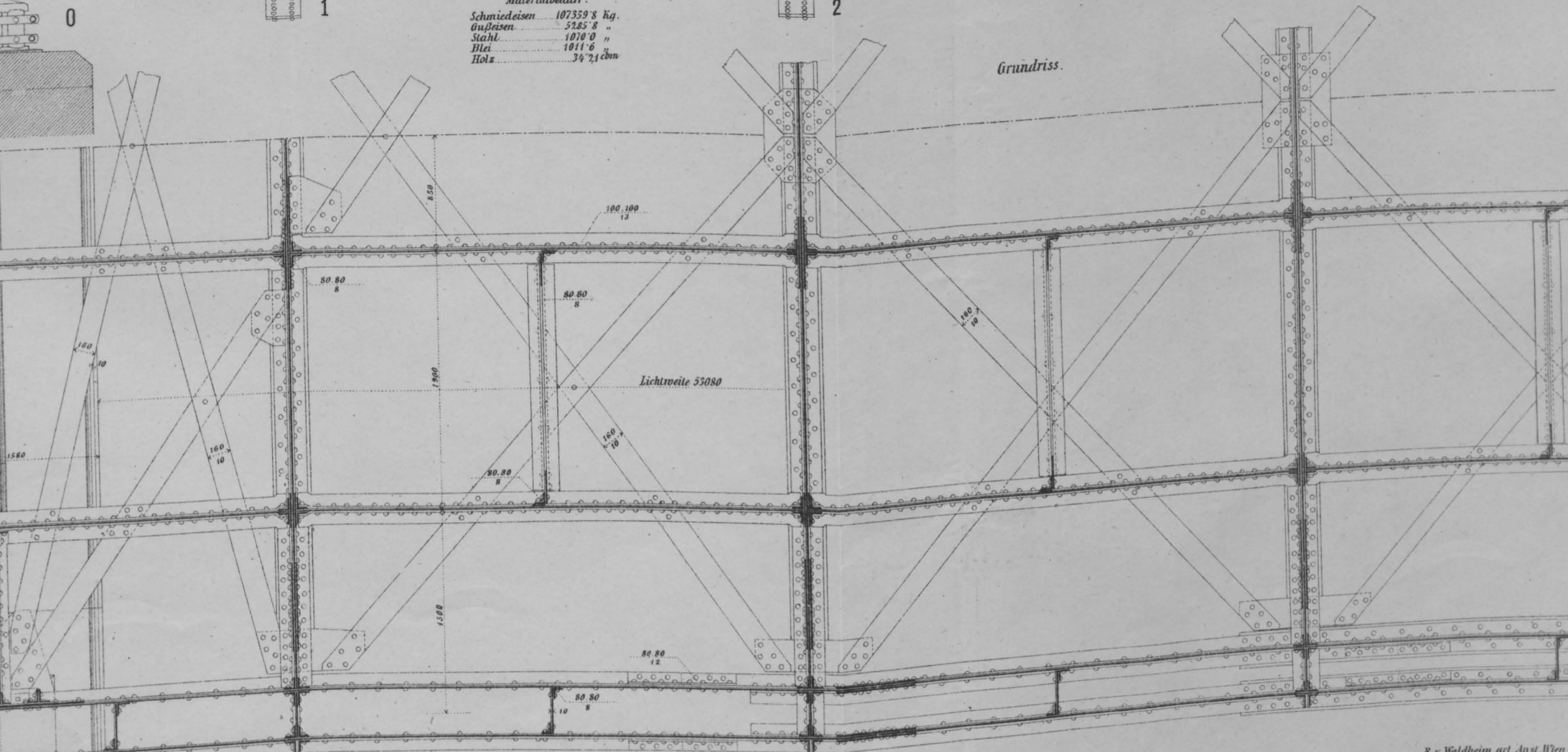


Obergurtversteifung.

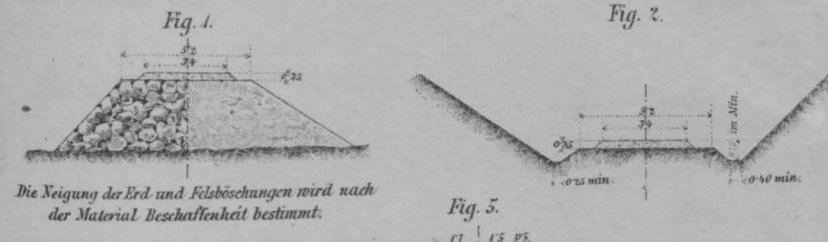
Aufriss.



Grundriss.







Damm, Einschnitts- und Bescherungs-Typen.

Tabelle der Überhöhung des äußeren Schienenstranges über dem inneren in Bogen bei 10 km Geschwindigkeit

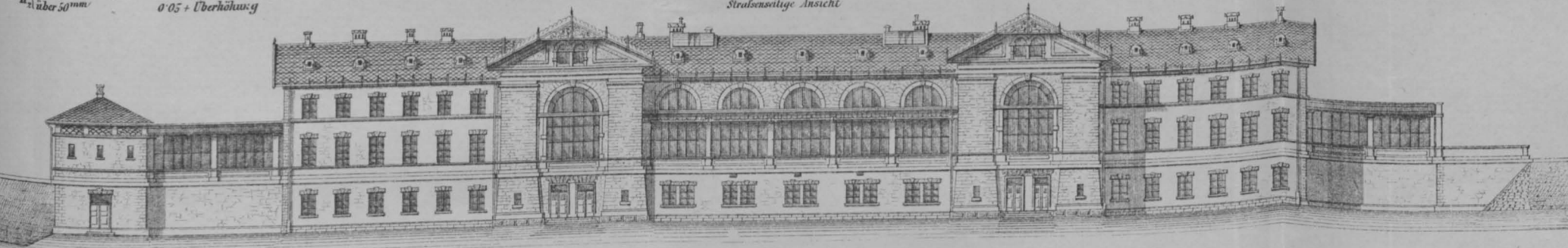
R Radius	Überhöhung	R Radius	Überhöhung
bis 250 m	125 mm	bis 150 m	60 mm
275 -	115 -	850 -	55 -
300 -	110 -	950 -	50 -
350 -	105 -	1050 -	45 -
400 -	100 -	1250 -	40 -
450 -	95 -	1450 -	35 -
500 -	90 -	1650 -	30 -
550 -	85 -	1900 -	25 -
600 -	80 -	2500 -	20 -
650 -	75 -	3100 -	15 -
700 -	70 -	3900 -	10 -



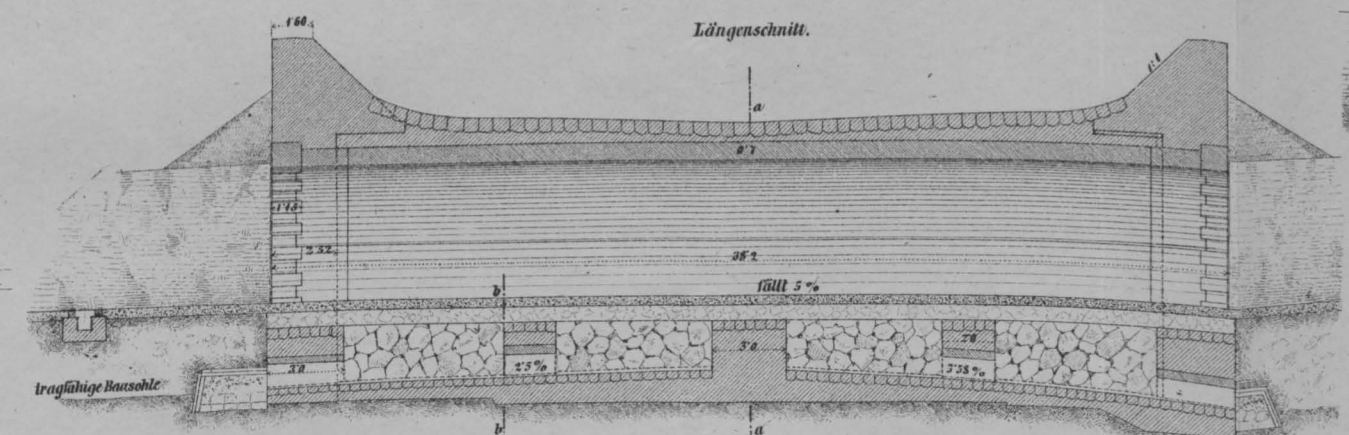
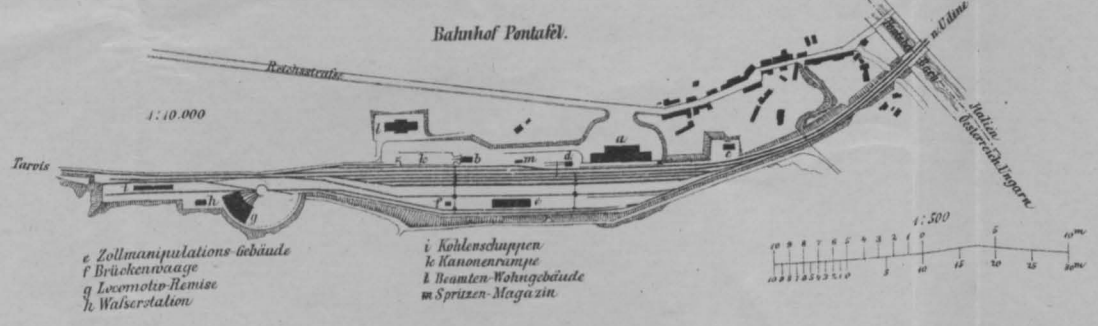
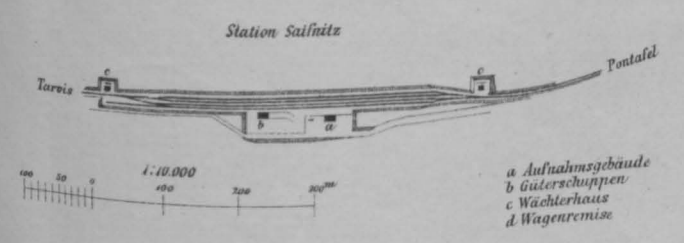
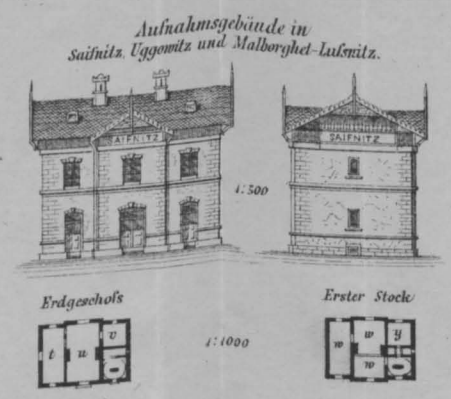
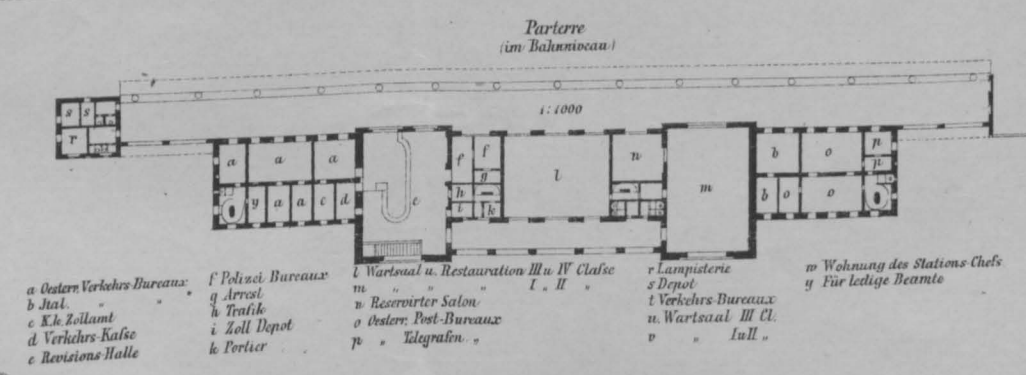
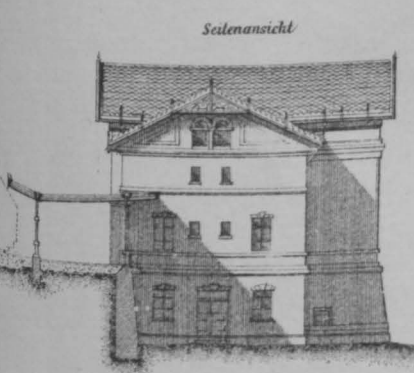
Offene Durchlässe. Tabelle über die von der Tragconstruction abhängigen Objectdimensionen.

Tragweite Meter	Lage der Fahrbahn	$h_1$	$h_2$	$B$	$l$	$d$	$t$	$f$	Tragweite Meter	Lage der Fahrbahn	$h_1$	$h_2$	$B$	$l$	$d$	$t$	$f$
0 6	oben	0 275	0 45	1 51	0 20	0 35	0 50	0 60	9 0	oben	1 12	1 09	0 85	1 80	0 81	0 95	1 00
1 0	oben	0 25	0 33	0 45	1 75	0 20	0 35	0 50	9 0	versenkt	0 89	0 82	0 95	1 40	0 61	0 85	1 00
1 5	oben	0 30	0 33	0 45	1 75	0 20	0 35	0 50	9 0	oben	1 25	1 23	0 95	1 80	0 86	0 95	1 00
2 0	oben	0 39	0 45	0 95	1 80	0 30	0 40	0 65	10 0	versenkt	0 88	0 88	0 95	1 40	0 86	0 95	1 00
3 0	oben	0 30	0 27	0 45	1 51	0 30	0 40	0 65	10 0	oben	1 43	1 42	0 95	1 80	0 86	0 95	1 00
3 0	unten	0 29	0 30	0 45	1 51	0 41	0 40	0 70	12 0	versenkt	1 02	1 00	0 95	1 40	0 60	0 95	1 00
4 0	oben	0 45	0 43	0 45	1 80	0 41	0 40	0 70	12 0	oben	0 57	0 55	0 50	1 20	0 66	0 95	1 00
4 0	unten	0 39	0 40	0 45	1 51	0 41	0 40	0 70	12 0	versenkt	1 30	1 29	0 95	1 20	0 66	0 95	1 00
5 0	oben	0 71	0 70	0 95	1 80	0 46	0 45	0 75	14 0	oben	1 29	1 28	0 95	1 20	0 66	0 95	1 00
5 0	unten	0 50	0 50	0 45	1 51	0 46	0 45	0 75	14 0	versenkt	0 62	0 63	0 50	1 20	0 66	0 95	1 00
6 0	oben	0 93	0 92	0 45	1 80	0 51	0 45	0 80	16 0	oben	1 29	1 28	0 95	1 20	0 66	0 95	1 00
6 0	unten	0 56	0 56	0 45	1 80	0 46	0 45	0 75	16 0	versenkt	1 20	1 18	0 95	1 20	0 66	0 95	1 00
7 0	oben	1 01	1 03	0 45	1 80	0 55	0 45	0 85	18 0	oben	0 62	0 62	0 50	1 20	0 66	0 95	1 00
7 0	unten	0 65	0 65	0 45	1 80	0 55	0 45	0 85	18 0	versenkt	1 35	1 36	0 95	1 20	0 66	0 95	1 00
8 0	oben	1 01	1 03	0 45	1 80	0 55	0 45	0 85	20 0	oben	0 62	0 62	0 50	1 20	0 66	0 95	1 00
8 0	unten	0 71	0 69	0 45	1 80	0 55	0 45	0 85	20 0	versenkt	0 62	0 62	0 50	1 20	0 66	0 95	1 00

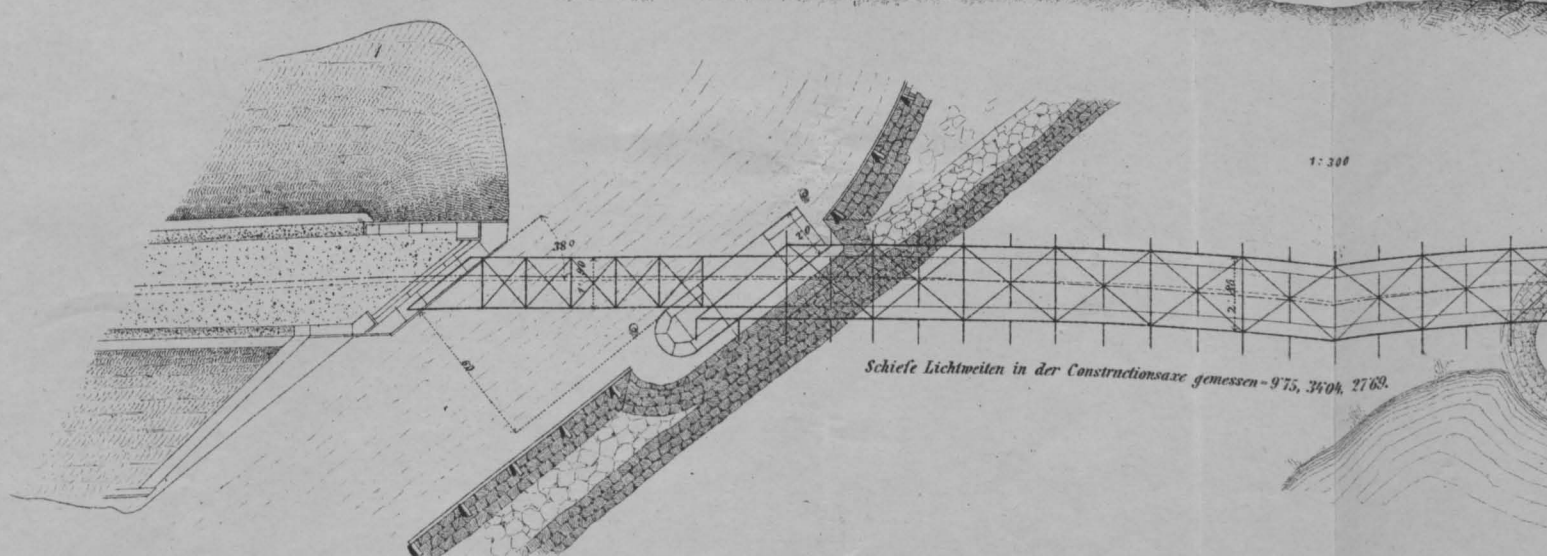
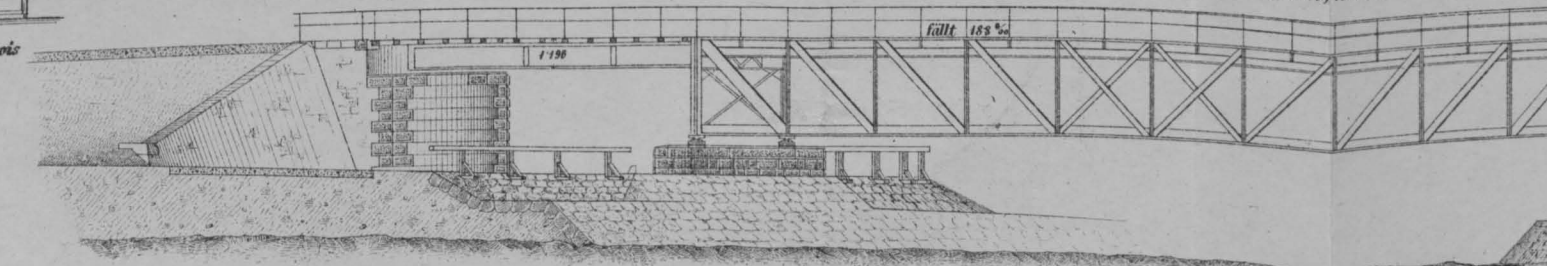
Aufnahmegebäude in Pontafel.  
Straßenseitige Ansicht



Bahnseitige Ansicht



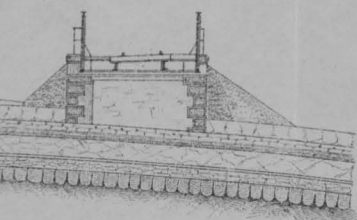
Brücke über die Reichsstrasse und  
Stützweite 11 95, 36 60, 36 32, Fahrbahn „oben“



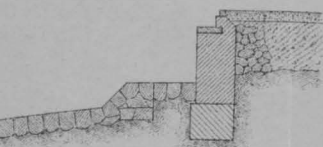
Schiefe Lichtweiten in der Constructionssaxe gemessen - 975, 3600, 2760.



Widerlager gegen Pontafel.



Schnitt durch das Widerlager.

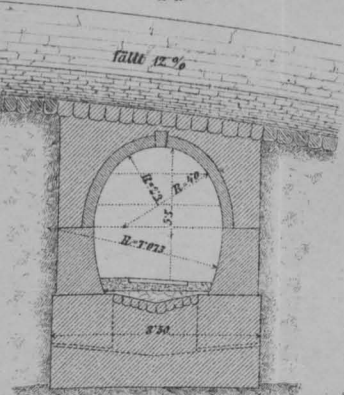


Schnitt a a



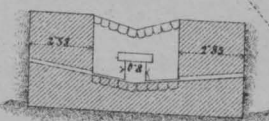
Planja-Aqueduct.

Querschnitt a a

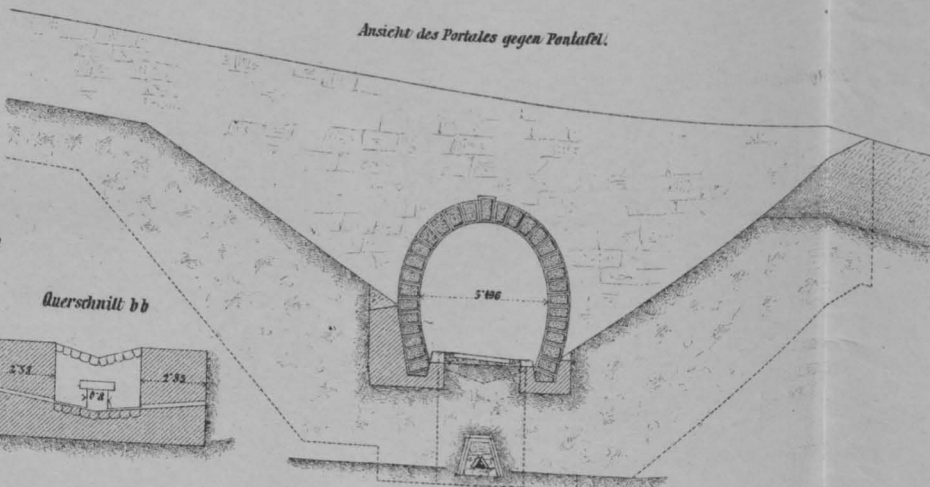


1:300

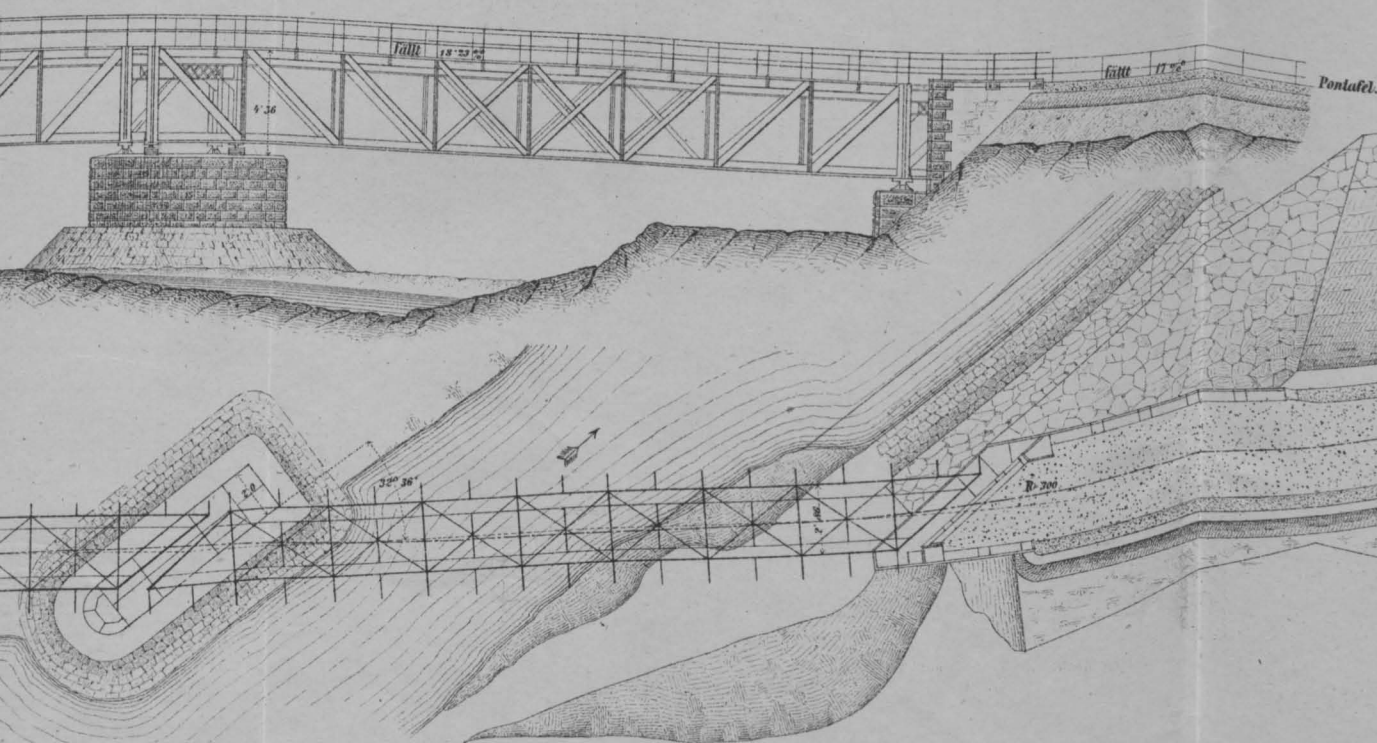
Querschnitt b b



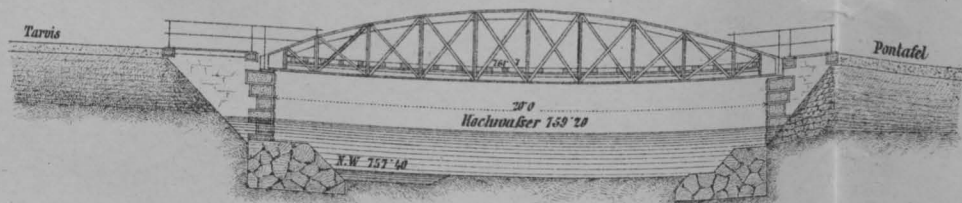
Ansicht des Portales gegen Pontafel.



Brücke über den Fella-Fluss.  
"oben"

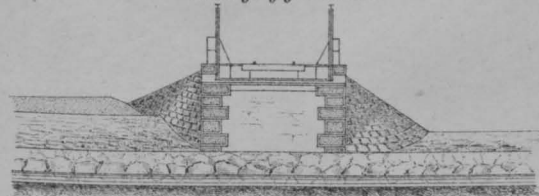


Brücke über den Fella-Fluss.  
Stützweite 2100m, Fahrbahn „unten“

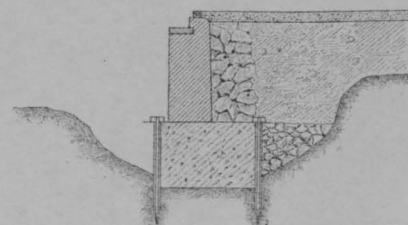


1:300

Widerlager gegen Pontafel.

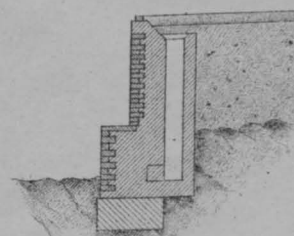
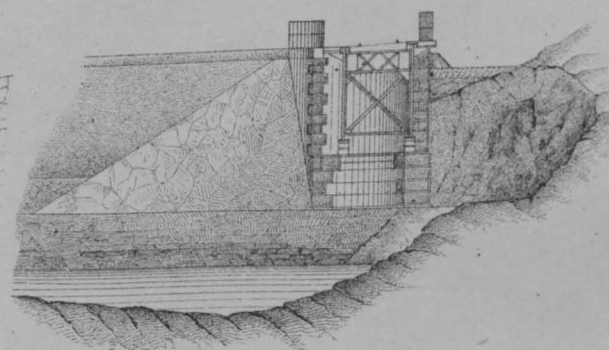
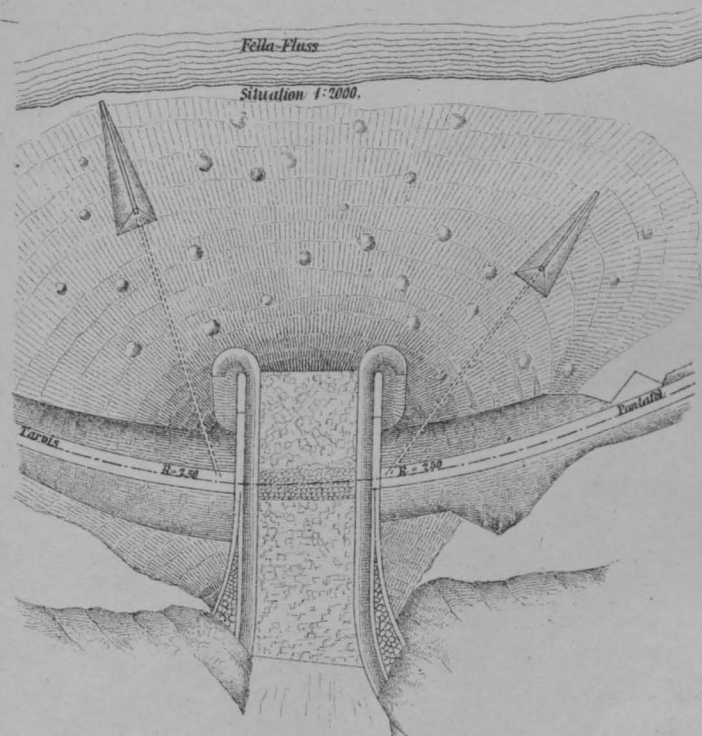


Schnitt durch das Widerlager.



Fella-Fluss

Situation 1:2000.



1:300  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 m.

auf dem Neuschachte der Gegentrummgrube bei Rossitz.

Fig. 1.

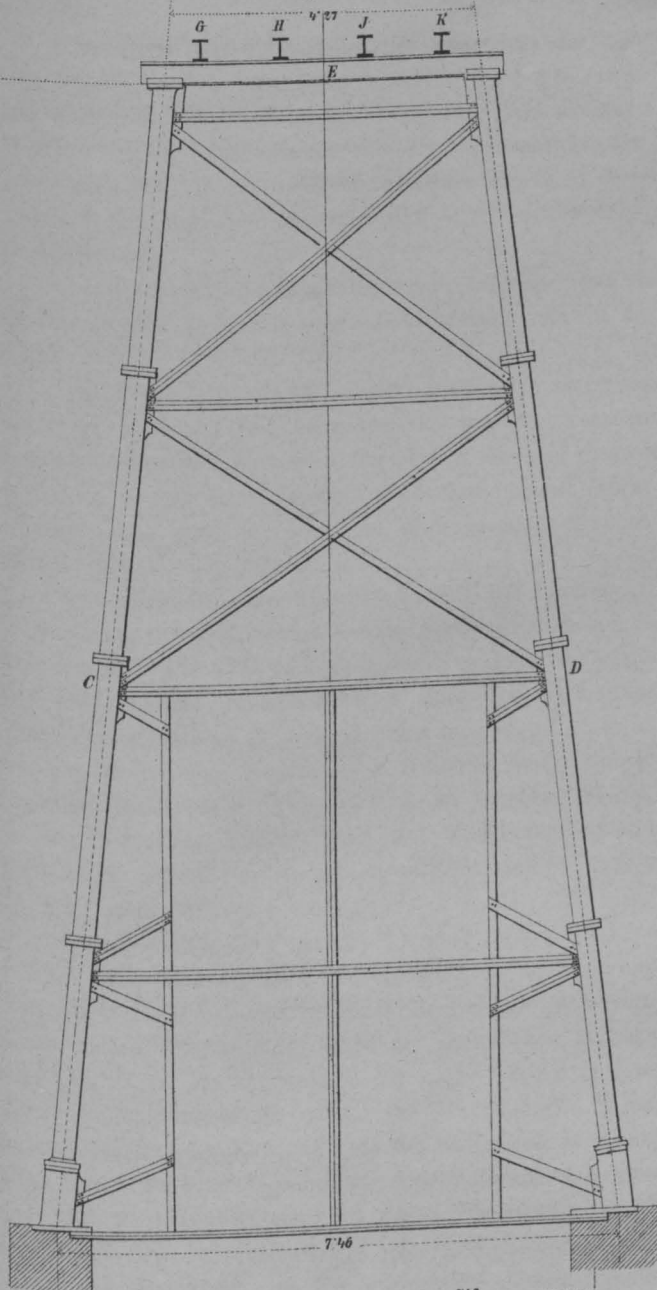


Fig. 2.

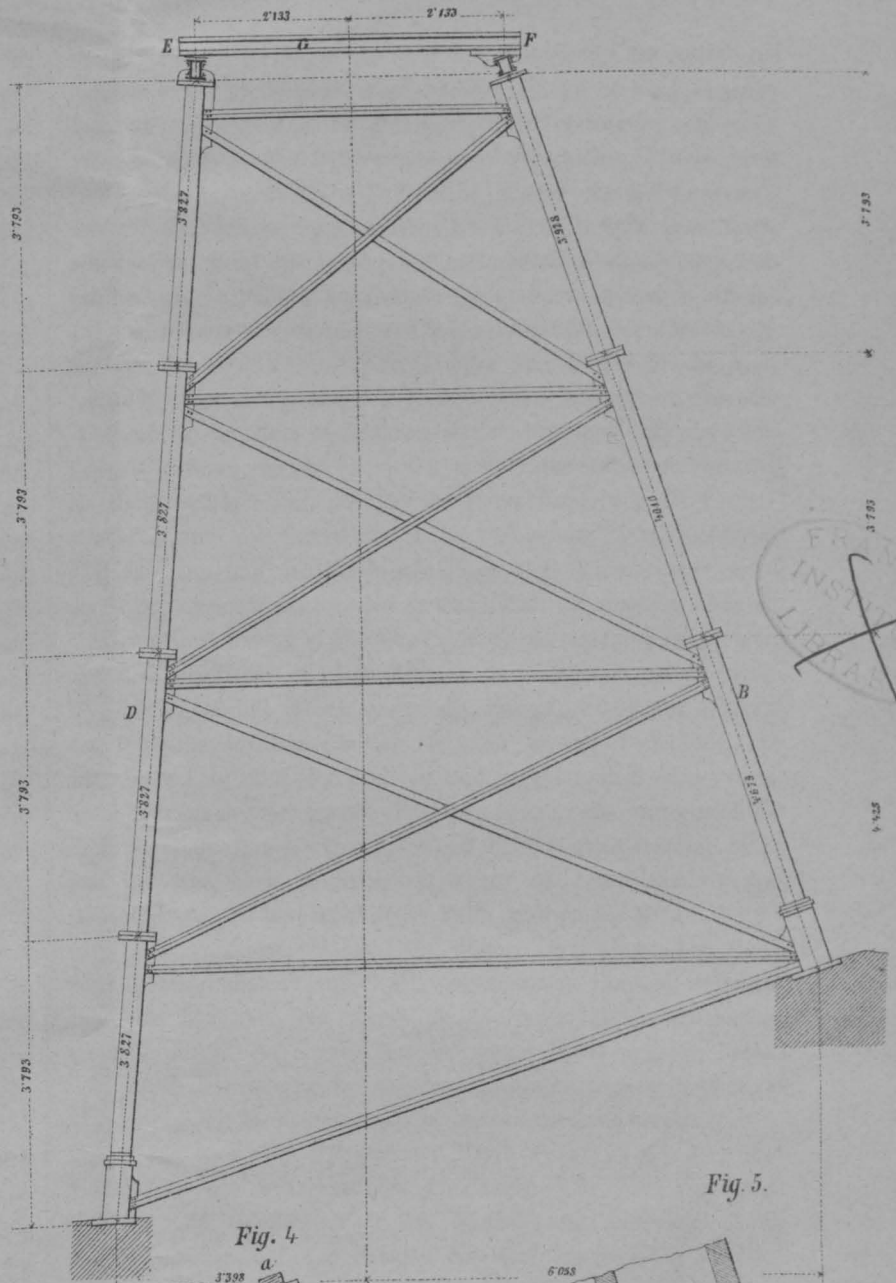


Fig. 4.

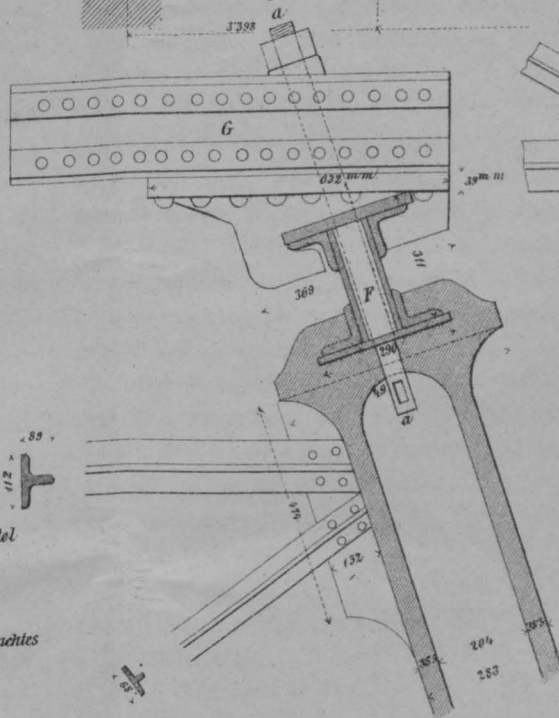


Fig. 5.

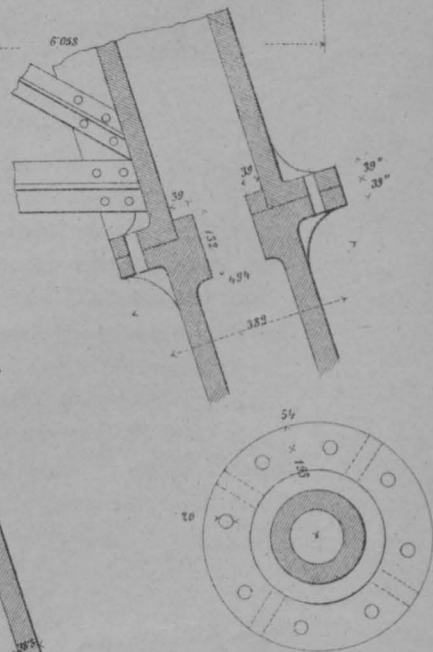
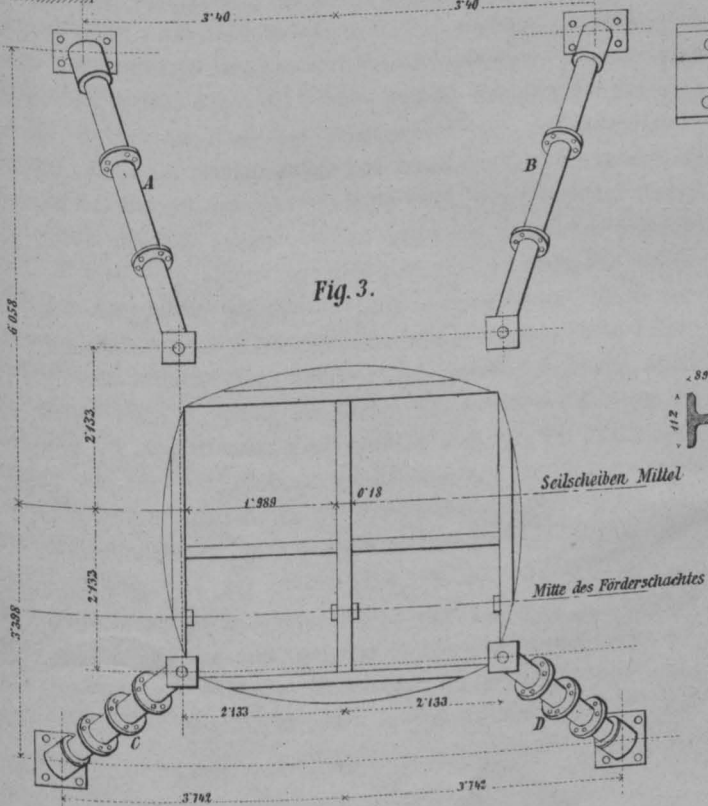


Fig. 3.



1:100 für Fig. 1. II u. III.

Fig. IV u. V.

